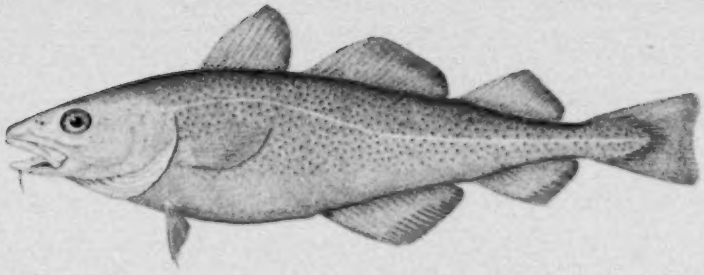
Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC

sur la

Morue franche
Gadus morhua

Population nord-laurentienne
Population sud-laurentienne
Population de Terre-Neuve-et-Labrador
Population du Sud
Population des lacs de l'Arctique
Population marine de l'Arctique

au Canada



Population nord-laurentienne - EN VOIE DE DISPARITION
Population sud-laurentienne - EN VOIE DE DISPARITION
Population de Terre-Neuve-et-Labrador - EN VOIE DE DISPARITION
Population du Sud - EN VOIE DE DISPARITION
Population des lacs de l'Arctique - PRÉOCCUPANTE
Population marine de l'Arctique - DONNÉES INSUFFISANTES
2010

COSEPAC
Comité sur la situation
des espèces en péril
au Canada

COSEWIC
Committee on the Status
of Endangered Wildlife
in Canada

Les rapports de situation du COSEPAC sont des documents de travail servant à déterminer le statut des espèces sauvages que l'on croit en péril. On peut citer le présent rapport de la façon suivante :

COSEPAC. 2010. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la morue franche (*Gadus morhua*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xiii + 121 p. (www.registrelep.gc.ca/Status/Status_f.cfm).

Rapport(s) précédent(s) :

COSEPAC. 2003. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la morue franche (*Gadus morhua*) au Canada – Mise à jour. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xii + 87 p.

Note de production :
Le COSEPAC tient à remercier Ian R. Bradbury qui a rédigé le rapport de situation sur la morue franche *(Gadus morhua)* au Canada, en vertu d'un contrat avec Environnement Canada. Le présent rapport a été supervisé et révisé par Alan Sinclair, coprésident du Sous-comité de spécialistes des poissons marins du COSEPAC, et Howard Powles, ancien coprésident du Sous-comité de spécialistes des poissons marins du COSEPAC.

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires, s'adresser au :

Secrétariat du COSEPAC
a/s Service canadien de la faune
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Tél. : 819-953-3215
Téléc. : 819-994-3684
Courriel : COSEWIC/COSEPAC@ec.gc.ca
http://www.cosepac.gc.ca

Also available in English under the title COSEWIC Assessment and Status Report on the Atlantic Cod *Gadus morhua* in Canada.

Illustration/photo de la couverture :
Morue franche — Dessin au trait d'une morue franche (*Gadus morhua*), par H.L. Todd. Illustration reproduite avec l'autorisation du Smithsonian Institution, NMNH, Division des poissons.

©Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2010.
N° de catalogue CW69-14/311-2010F-PDF
ISBN 978-1-100-94794-5

Papier recyclé

COSEPAC
Sommaire de l'évaluation

Sommaire de l'évaluation – Avril 2010

Nom commun
Morue franche - population nord-laurentienne

Nom scientifique
Gadus morhua

Statut
En voie de disparition

Justification de la désignation
Les populations de cette unité désignable ont connu un déclin de 76 à 89 % au cours des trois dernières générations. La surpêche est principalement responsable de ce déclin d'abondance et il n'y a aucun signe de rétablissement. Cette unité désignable inclut les unités de gestion de la morue 3Ps et 3Pn4RS. Un point de référence limite (PRL) a été estimé pour l'unité de gestion 3Pn4RS. L'abondance de cette unité de gestion a été relativement stable au cours de la dernière décennie, mais elle est bien au-dessous du PRL, et la pêche dirigée se poursuit. L'abondance dans le sud de Terre-Neuve (3Ps) diminue. L'évaluation indique que cette unité de gestion est au PRL et que la pêche dirigée se poursuit.

Répartition
Océan Atlantique

Historique du statut
L'espèce était considérée comme étant une seule unité et a été désignée « préoccupante » en avril 1998. Lorsque l'espèce a été divisée en populations séparées en mai 2003, la population nord-laurentienne a été désignée « menacée ». Réexamen du statut : l'espèce a été désignée « en voie de disparition » en avril 2010.

Sommaire de l'évaluation – Avril 2010

Nom commun
Morue franche - population sud-laurentienne

Nom scientifique
Gadus morhua

Statut
En voie de disparition

Justification de la désignation
Les populations de cette unité désignable ont connu un déclin de 90 % au cours des trois dernières générations. La surpêche est principalement responsable du déclin rapide de l'abondance au début des années 1990. La pêche commerciale a été suspendue en 1993, et les effectifs se sont stabilisés pendant un certain nombre d'années. Toutefois, une hausse de la mortalité naturelle et les faibles prises continues ont provoqué un nouveau déclin des effectifs. Selon une analyse quantitative des paramètres démographiques de la population, ce déclin va se poursuivre même en l'absence de pêche si les taux de mortalité naturelle se maintiennent à leur niveau élevé actuel. La présente unité désignable inclut les unités de gestion de la morue 4TVn (novembre – avril), 4Vn (mai – octobre) et 4VsW. Un point de référence limite (PRL) a été estimé pour l'unité de gestion 4TVn et le statut actuel est évalué comme étant bien au-dessous du PRL. Un PRL n'a pas été estimé pour l'unité de gestion 4VsW, cependant il est considéré comme étant à un niveau critiquement bas.

Répartition
Océan Atlantique

Historique du statut
L'espèce était considérée comme étant une seule unité et a été désignée « préoccupante » en avril 1998. Lorsque l'espèce a été divisée en populations séparées en mai 2003, la population des Maritimes a été désignée « préoccupante ». Lorsque la population des Maritimes a été par la suite divisée en deux populations (population sud-laurentienne et population du Sud) en avril 2010, la population sud-laurentienne a été désignée « en voie de disparition », et la population des Maritimes initiale a été désactivée.

Sommaire de l'évaluation – Avril 2010

Nom commun

Morue franche - population de Terre-Neuve-et-Labrador

Nom scientifique

Gadus morhua

Statut

En voie de disparition

Justification de la désignation

La présente unité désignable inclut les unités de gestion de la morue 2GH, 2J3KL et 3NO, situées dans les eaux côtières et extracôtières du Labrador et de l'est de Terre-Neuve, incluant les Grands Bancs. Dans ce secteur, la morue a connu un déclin de 97 à 99 % au cours des trois dernières générations, et un déclin de plus de 99 % depuis les années 1960. La zone d'occupation a considérablement diminué à la suite de l'effondrement des stocks au début des années 1990. La surpêche a été principalement responsable de ce déclin d'abondance, et les taux de pêche ont considérablement diminué depuis 1992. Les effectifs de la population sont toutefois demeurés très faibles et montrent peu de signes de rétablissement significatif. Les plus récents relevés indiquent une augmentation en abondance au cours des trois dernières années, mais cette augmentation est très faible en comparaison aux déclins enregistrés au cours des trois dernières générations. La très faible abondance et la répartition spatiale contractée de la population rendent cette dernière vulnérable aux événements catastrophiques, tels que des conditions océanographiques anormales. La pêche, la prédation et les changements écosystémiques demeurent des menaces. Il n'y a pas de point de référence limite (PRL) pour l'unité de gestion 2J3KL, mais la population dans ce secteur est considérée comme étant bien en-dessous de toute valeur raisonnable de PRL. Il y a un moratoire sur la pêche hauturière dans la zone 2J3KL et une pêche côtière d'intendance sans aucun total autorisé des captures officiel. Il y a également un moratoire sur la pêche dans l'unité de gestion 3NO. Il y a un PRL pour cette unité de gestion, et la population est bien en-dessous de cette valeur.

Répartition

Océan Atlantique

Historique du statut

L'espèce était considérée comme étant une seule unité et a été désignée « préoccupante » en avril 1998. Lorsque l'espèce a été divisée en populations séparées en mai 2003, la population de Terre-Neuve-et-Labrador a été désignée « en voie de disparition ». Réexamen et confirmation du statut en avril 2010.

Sommaire de l'évaluation – Avril 2010

Nom commun

Morue franche - population du Sud

Nom scientifique

Gadus morhua

Statut

En voie de disparition

Justification de la désignation

Les populations de cette unité désignable ont connu un déclin de 64 % au cours des trois dernières générations, et le déclin est continu. L'espèce fait encore l'objet d'une pêche commerciale, et cette activité contribue de façon importante au déclin. Aussi, il y a des indications d'une hausse inexpliquée de la mortalité naturelle dans la portion 4X de l'unité désignable. Une immigration en provenance de la population des États-Unis est jugée comme improbable en raison de la faible abondance de l'espèce dans ce secteur. Cette unité désignable inclut les unités de gestion de la morue 4X5Y et 5Zjm. Il y a une pêche dirigée de l'espèce dans le secteur 4X5Y, et bien qu'il n'y ait pas de point de référence limite, de récents avis en gestion des pêches indiquent que cette unité de gestion est à un niveau critiquement bas. Il y a également une pêche dirigée dans l'unité de gestion 5Zjm et cette pêche est cogérée avec les États-Unis.

Répartition

Océan Atlantique

Historique du statut

L'espèce était considérée comme étant une seule unité et a été désignée « préoccupante » en avril 1998. Lorsque l'espèce a été divisée en populations séparées en mai 2003, la population des Maritimes a été désignée « préoccupante ». Lorsque la population des Maritimes a été par la suite divisée en deux populations (population sud-laurentienne et population du Sud) en avril 2010, la population du Sud a été désignée « en voie de disparition », et la population des Maritimes initiale a été désactivée.

Sommaire de l'évaluation – Avril 2010

Nom commun

Morue franche - population des lacs de l'Arctique

Nom scientifique

Gadus morhua

Statut

Préoccupante

Justification de la désignation

Cette unité désignable se trouve dans trois lacs isolés situés sur l'île de Baffin, au Nunavut. La superficie totale de ces trois lacs est inférieure à 20 km^2. L'immigration d'individus d'une autre unité désignable n'est pas possible. Un des lacs, le lac Ogac, est accessible aux pêcheurs et un grand nombre d'individus pourrait être prélevé si la pêche s'intensifie.

Répartition

NU

Historique du statut

L'espèce était considérée comme étant une seule unité et a été désignée « préoccupante » en avril 1998. Lorsque l'espèce a été divisée en populations séparées en mai 2003, la population de l'Arctique a été désignée « préoccupante ». Lorsque la population de l'Arctique a été par la suite divisée en deux populations (population des lacs de l'Arctique et population marine de l'Arctique) en avril 2010, la population des lacs de l'Arctique a été désignée « préoccupante », et la population initiale de l'Arctique a été désactivée.

Sommaire de l'évaluation – Avril 2010

Nom commun

Morue franche - population marine de l'Arctique

Nom scientifique

Gadus morhua

Statut

Données insuffisantes

Justification de la désignation

L'information requise pour établir de façon fiable toute catégorie de statut du COSEPAC n'est pas disponible. Les données sur la répartition, l'abondance, l'habitat et les changements au cours du temps sont insuffisantes.

Répartition

Océan Arctique, Océan Atlantique

Historique du statut

L'espèce était considérée comme étant une seule unité et a été désignée « préoccupante » en avril 1998. Lorsque l'espèce a été divisée en populations séparées en mai 2003, la population de l'Arctique a été désignée « préoccupante ». Lorsque la population de l'Arctique a été par la suite divisée en deux populations (population des lacs de l'Arctique et population marine de l'Arctique) en avril 2010, la population marine de l'Arctique a été désignée dans la catégorie « données insuffisantes », et la population de l'Arctique initiale a été désactivée.

COSEPAC
Résumé

Morue franche
Gadus morhua

Population nord-laurentienne
Population sud-laurentienne
Population de Terre-Neuve-et-Labrador
Population du Sud
Population des lacs de l'Arctique
Population marine de l'Arctique

Information sur l'espèce

Classe :	Actinoptérygiens	
Ordre :	Gadiformes	
Famille :	Gadidés	
Nom latin binomial :	*Gadus morhua* Linné 1758	
Noms communs :	Français :	morue franche
	Anglais :	Atlantic Cod
	Inuktitut :	ogac (Nunavut); ovak, ogac (baie d'Ungava); uugak, ugak (Innu, Labrador) (McAllister *et al.*, 1987)

Répartition

La morue franche occupe toutes les eaux couvrant les plates-formes continentales de l'océan Atlantique Nord-Ouest et Nord-Est. À l'échelle mondiale, sa répartition historique diffère probablement relativement peu de sa répartition actuelle. Au Canada, la morue franche occupe un territoire continu le long de la côte Est, au sud à partir du banc Georges et de la baie de Fundy, puis en remontant le long de la plate-forme néo-écossaise, dans tout le golfe du Saint-Laurent, autour de l'île de Terre-Neuve, et enfin le long de la côte est du Labrador et de la Terre de Baffin, au Nunavut. Il existe également trois populations dulcicoles de morue franche sur la Terre de Baffin.
Hors des eaux canadiennes de l'Atlantique Nord-Ouest, on trouve la morue franche sur les pointes nord-est et sud-est du Grand Banc ainsi que sur le Bonnet flamand, immédiatement au nord-est de ce dernier, ainsi que depuis l'est de l'île de Baffin jusqu'à l'ouest du Groenland.

Habitat

Pendant les premières semaines de sa vie, la morue vit à l'état d'œuf, puis de larve, dans la couche des 50 premiers mètres de l'océan. Les principaux facteurs influant sur la qualité de l'habitat durant ces premiers stades biologiques sont probablement les caractéristiques océanographiques qui retiennent et concentrent les œufs et les larves pélagiques, la disponibilité des aliments et la température de l'eau. Les caractéristiques d'habitat les plus importantes pour la morue franche pourraient être celles qui sont nécessaires au stade juvénile, lorsque le poisson s'installe sur le fond pour les premières années de sa vie (de 1 à 4 ans). En effet, d'après plusieurs études, les morues juvéniles préfèrent un habitat hétérogène, composé notamment de structures verticales (comme la zostère marine [*Zostera marina*]) dans les eaux littorales. Ce genre d'habitat semble avantageux pour les juvéniles car il réduit les risques de prédation et pourrait favoriser la croissance. À mesure que la morue avance en âge, ses besoins en matière d'habitat se diversifient de plus en plus. En fait, on ignore si la morue âgée a des exigences particulières sur le plan de la profondeur ou du substrat. Les principaux facteurs ayant une incidence sur sa répartition et son habitat sont probablement la température de l'eau et l'approvisionnement en nourriture. Sur le plan de la fraye, on ignore si la morue a des exigences particulières en matière d'habitat. Ce poisson fraye à des profondeurs variant de quelques dizaines à des centaines de mètres. Le facteur le plus propice à la survie de la progéniture est peut-être la présence de propriétés d'océanographie physique qui entraînent les œufs flottants et les empêchent de se disperser dans des eaux qui conviennent peu aux larves (p. ex. les eaux situées au large de la plate-forme continentale). Il est très peu probable que l'habitat de reproduction soit un facteur limitatif pour la morue franche.

Biologie

Le cycle vital de la morue varie considérablement dans l'ensemble de son aire de répartition. Dans les eaux relativement chaudes de l'extrémité sud de son aire de répartition au Canada (banc Georges, au large de l'État du Maine) et de la baie de Fundy, la morue atteint généralement la maturité entre l'âge de 2 et 3 ans. Par contre, sur la plate-forme du nord-est de Terre-Neuve, à l'est du Labrador et dans la mer de Barents, elle ne l'atteint habituellement qu'entre 5 et 7 ans. La taille à la maturité varie généralement de 35 à 85 cm. Le nombre d'œufs produits par une femelle au cours d'une même saison de reproduction varie en général de 300 000 à 500 000 (à la maturité) à plusieurs millions (chez les femelles dont la taille dépasse 75 cm). Le diamètre des œufs, qui peut présenter une faible association positive avec la taille du corps, varie entre 1,25 et 1,75 mm.

La morue franche fraye en général sur une période de moins de 3 mois, dans des eaux dont la profondeur peut varier de quelques dizaines à des centaines de mètres. Comme on a observé que la femelle ne pondait que de 5 à 25 % de ses œufs à la fois (à intervalles de 2 à 6 jours environ) sur une période de 3 à 6 semaines, on considère la morue franche comme une espèce à ponte fractionnée. Pendant le stade larvaire, les juvéniles se nourrissent de phytoplancton et de petit zooplancton dans les 10 à

50 premiers mètres de la colonne d'eau. Après quelques semaines, ils s'établissent sur le fond, où ils semblent demeurer pendant 1 à 4 ans. On sait que ces aires d'établissement se situent entre les eaux littorales très peu profondes (< 10 à 30 m) et les eaux modérément profondes des bancs du large (de 50 à 150 m). Après cette période d'établissement, on pense que les morues amorcent les déplacements (apparemment sans direction précise dans les eaux littorales) et les migrations (déplacements dirigés vers et depuis des endroits particuliers hautement prévisibles) souvent saisonniers caractéristiques des adultes.

Populations et unités désignables

Les estimations de la taille de la portion reproductrice des populations de morue franche proviennent de deux sources. La première série de données provient de l'analyse de la population virtuelle (APV) fondée sur les statistiques des prises de la pêche commerciale. Le deuxième moyen d'estimer la taille de la population reproductrice de morues franches est le recours aux taux de capture de morues en âge de se reproduire obtenus dans le cadre des relevés de recherche indépendants des pêches. Les relevés permettent d'obtenir un indice, qui doit être lissé pour obtenir la taille réelle des populations. Les modèles comme l'APV permettent de remonter dans le temps, de lisser les tendances (effets de l'année) et de pondérer l'indice à l'aide des données sur les prises. Pêches et Océans Canada (MPO) est la principale source de ces données sur l'abondance.

Conformément aux lignes directrices fixées par le COSEPAC pour la désignation du statut à un niveau inférieur à l'espèce, six unités désignables (UD) sont reconnues dans le présent rapport et, selon les données disponibles, les tendances des effectifs de géniteurs pour chacune d'elles sont décrites. Chaque UD inclut des morues appartenant à une unité de gestion ou plus, telles que définies par les zones géographiques appelées divisions de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO). Ces divisons servent à identifier les stocks de morue gérés par Pêches et Océans Canada.

<u>UD des lacs de l'Arctique</u>

Les morues de cette UD sont confinées à des lacs côtiers de la côte est de l'île de Baffin, au Nunavut, qui reçoivent des apports d'eau de mer pendant les grandes marées estivales. Ces lacs sont les lacs Ogac, Qasigialiminiq et Tariujarusiq.

<u>UD des eaux marines de l'Arctique</u>

Les morues de cette UD sont présentes dans le milieu marin à l'est et au sud-est de l'île de Baffin, au Nunavut (divisions 0A et 0B de l'OPANO). Même si on connaît peu de choses à leur sujet, elles sont rarement capturées en grand nombre. Elles peuvent provenir des stocks qui se trouvent dans les eaux de l'ouest du Groenland.

UD de Terre-Neuve-et-Labrador

Les morues de cette UD occupent la zone qui commence juste au nord du cap Chidley (pointe nord du Labrador) et va vers le sud-est jusqu'au Grand Banc, à l'est de Terre-Neuve. Aux fins de la gestion, les morues de cette UD sont traitées comme trois stocks distincts par le MPO : 1) la morue du nord du Labrador (divisions 2GH de l'OPANO); 2) la « morue du Nord », soit celle qu'on trouve dans les eaux du sud-est du Labrador, sur la plate-forme du nord-est de Terre-Neuve et sur la moitié nord du Grand Banc (divisions 2J3KL de l'OPANO); et la morue du sud du Grand Banc (divisions 3NO de l'OPANO). De 75 à 80 % environ des morues franches des eaux canadiennes appartenaient à cette population au début des années 1960.

UD du Nord laurentien

Les morues de cette UD englobent les stocks identifiés aux fins de la gestion par le MPO comme : 1) le stock du banc Saint-Pierre (subdivision 3Ps de l'OPANO) et 2) le stock du nord du golfe du Saint-Laurent (subdivision 3Pn et divisions 4RS de l'OPANO). Ces stocks se trouvent au nord du chenal Laurentien, qui borde les côtes sud et ouest de Terre-Neuve et la côte sud du Québec.

UD du Sud laurentien

Les morues de cette UD englobent les trois unités identifiées aux fins de la gestion par le MPO comme : 1) le stock du sud du golfe du Saint-Laurent (division 4T et subdivision 4Vn de l'OPANO, de novembre à avril); 2) le stock du détroit de Cabot (subdivision 4Vn de l'OPANO, de mai à octobre); 3) le stock de l'est de la plate-forme néo-écossaise (subdivision 4Vs et division W de l'OPANO). Ces stocks se trouvent depuis le sud du golfe du Saint-Laurent jusqu'à l'est de la plate-forme néo-écossaise. Nombre de ces stocks hivernent le long de la pente Sud du chenal Laurentien.

UD du Sud

Les morues de cette UD englobent les deux stocks identifiés aux fins de la gestion par le MPO comme : 1) le stock de la baie de Fundy/ouest de la plate-forme néo-écossaise (division 4X de l'OPANO et portion canadienne de la division 5Y de l'OPANO); et 2) le stock de l'est du banc Georges ($5Z_{jm}$). Ce dernier est un stock transfrontalier, qui est géré conjointement par le Canada et les États-Unis. Sur le plan géographique, cette UD est située dans les eaux adjacentes à la Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick; elle s'étend depuis le sud de la Nouvelle-Écosse et la baie de Fundy jusqu'à la portion canadienne du banc Georges dans la division 5Z.

Facteurs limitatifs et menaces

Le principal facteur à l'origine du déclin observé de la morue franche à l'échelle de son aire de répartition est la surpêche. Des changements dans le cycle vital, tels le ralentissement de la croissance individuelle et la baisse de l'âge à la maturité, pourraient avoir accéléré le taux de déclin. Les menaces actuelles à la stabilité et au rétablissement des populations de morue franche liées à l'exploitation incluent la pêche commerciale dirigée (conséquence de l'établissement de quotas), les pêches récréatives ou « vivrières », la pêche non dirigée (conséquence de la pêche illégale, de la déclaration erronée des prises et du rejet en mer) et les prises accessoires des autres pêches de poissons de fond (p. ex. flétan noir, crevette nordique, aiglefin, homard, plie rouge). Toutefois, la mortalité naturelle accrue des morues âgées dépasse maintenant l'exploitation comme la principale menace et source de mortalité au sud du chenal Laurentien, en particulier dans l'UD du Sud laurentien. Les sources de mortalité naturelle élevée demeurent inconnues, mais peuvent inclure des changements dans l'ampleur et les types des interactions interspécifiques, ainsi que des conditions environnementales défavorables. La sélection défavorable à la maturité tardive et aux taux de croissance rapides, découlant des taux d'exploitation élevés d'autrefois, pourraient également contribuer à la forte mortalité et au ralentissement de la croissance observés aujourd'hui dans certaines régions. L'influence de la variation du climat marin sur la productivité des populations de morue demeure mal comprise, mais il semble probable que les périodes de faibles températures de l'eau et les anomalies positives de l'oscillation nord-atlantique soient associées à une baisse de la productivité de certaines populations.

Statut et tendances des UD

Le rapport propose qu'aux fins de la désignation du statut, la morue franche du Canada soit divisée en six UD, conformément aux données génétiques, écologiques et démographiques connues et aux lignes directrices du COSEPAC (novembre 2008). En ce qui concerne l'évaluation des risques, la cause principale du déclin de la morue franche, soit la pêche, se poursuit dans toutes les UD (bien que des restrictions sur la pêche soient en place dans certaines régions). Dans l'UD du Nord laurentien, la mortalité par surpêche a réduit le nombre de géniteurs, notamment dans la section du nord du Golfe. Dans les UD du Sud laurentien et du Sud, les taux élevés de mortalité naturelle, et non la pression de la pêche, semblent être la menace principale et résultent en des prévisions de déclins sans précédent et de disparition d'ici quelques décennies. Dans le cas de l'UD de Terre-Neuve-et-Labrador, les taux de capture estimés par Pêches et Océans Canada montrent clairement que la pêche nuit au rétablissement dans certaines parties de l'aire de répartition de cette population et est responsable des déclins à la hausse dans d'autres. Les populations, leur taux de déclin sur trois générations et les menaces à leur rétablissement sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Unité désignable	Unités de gestion de l'OPANO	Taux de déclin sur 3 générations (APV/NR)	Menaces
1. Lacs de l'Arctique		Inconnu	Pression de la pêche récréative dans certains lacs.
2. Eaux marines de l'Arctique	0A et 0B	Inconnu	Prises accessoires, bien que l'ampleur de ce phénomène et la taille du stock demeurent inconnues.
3. Terre-Neuve-et-Labrador	2G, 2H, 2J, 3K, 3L, 3N, 3O	97 %/99 %	1. Pêche (y compris les prises légales, illégales et non déclarées). 2. Altération de l'écosystème, attribuable à la pêche et à des facteurs naturels, entraînant une modification des niveaux de compétition interspécifique et de prédation, notamment la prédation par les phoques du Groenland et d'autres poissons. 3. Changement du climat marin et sa corrélation avec la productivité des populations. 4. Altération de l'habitat benthique par les engins de pêche et changements génétiques dans le cycle vital (menaces potentielles, mais non évaluées).
5. Nord laurentien	3Ps, 3Pn, 4R, 4S	89 %/76 %	1. Pêche (y compris les prises légales, illégales et non déclarées), qui constitue une menace plus grave pour la morue du Nord. 2. Altération de l'écosystème, attribuable à la pêche et à des facteurs naturels, entraînant une modification des niveaux de compétition interspécifique et de prédation, notamment la prédation par les phoques du Groenland et d'autres poissons. 3. Changement du climat marin et sa corrélation avec la productivité des populations. 4. Altération de l'habitat benthique par les engins de pêche et changements génétiques dans le cycle vital (menaces potentielles, mais non évaluées).
6. Sud laurentien	4T, 4Vn, 4Vs, 4W	90 %/90 %	1. Altération de l'écosystème, attribuable à la pêche et à des facteurs naturels, entraînant des niveaux élevés de mortalité naturelle imputables à des niveaux accrus de compétition interspécifique et de prédation, notamment la prédation par les phoques gris. 2. Pêche (y compris les prises légales, illégales et non déclarées). 3. Changement du climat marin et sa corrélation avec la productivité des populations. 4. Altération de l'habitat benthique par les engins de pêche et changements génétiques dans le cycle vital (menaces potentielles, mais non évaluées).
7. Sud	4X, parties canadiennes de 5Y et 5Z	64 %/67 %	1. Pêche (y compris les prises légales, illégales et non déclarées). 2. Altération de l'écosystème, attribuable à la pêche et à des facteurs naturels. 3. Changement du climat marin et sa corrélation avec la productivité des populations. 4. Altération de l'habitat benthique par les engins de pêche et changements génétiques dans le cycle vital.

Importance de l'espèce

Vu l'importance historique et contemporaine de la morue pour la société canadienne, rares sont les espèces qui tiennent une aussi grande place que ce poisson. Après les Vikings, qui se sont brièvement établis sur la péninsule nord de Terre-Neuve à la fin du X^{e} siècle, la morue a attiré les premiers Européens dans les eaux de Terre-Neuve à la fin du XV^{e} siècle. De cette entreprise économique sont nés les premiers établissements permanents en Amérique du Nord britannique (1612; Cupids, Terre-Neuve). Jusqu'au début des années 1990, la morue franche a été le pilier de l'économie de Terre-Neuve-et-Labrador, comme elle l'a été pour une bonne partie de la population des Maritimes et de celle de la Côte-Nord et de la Gaspésie au Québec. Sur le plan biologique, la morue franche, qui comptait encore environ 2,5 milliards de géniteurs au début des années 1960, était une des espèces dominantes de la chaîne trophique marine de l'Atlantique Nord-Ouest.

Protection actuelle ou autres désignations de statut

Au Canada, la morue franche est protégée en vertu de la *Loi sur les pêches* et de la *Loi sur les océans*. Des plans de pêche axés sur la conservation ont été mis en place dans le sud du golfe du Saint-Laurent et trois équipes d'intervention fédérales-provinciales ont été mises sur pied (Terre-Neuve-et-Labrador, Maritimes, Québec) en vue de promouvoir le rétablissement de cette espèce. Plusieurs des UD de morue des eaux canadiennes sont gérées conjointement avec d'autres pays. Par exemple, le stock de l'est du banc Georges est géré de concert par Pêches et Océans Canada, au Canada, et le National Marine Fisheries Service, aux États-Unis, et la gestion de la morue de la subdivision 3Ps de l'UD du Nord laurentien est partagée par le Canada et la France (au nom de Saint-Pierre et Miquelon). Dans la plupart des régions, le cadre de gestion comprend des quotas, des restrictions saisonnières et des restrictions sur les engins de pêche (Worcester *et al.*, 2009). Même si des points de référence biologiques pertinents concernant l'abondance des stocks dans plusieurs régions ont été définis, ces derniers ne sont toujours pas utilisés pour la gestion de ces stocks et la gestion des pêches peut essentiellement être décrite comme ponctuelle en ce qui concerne l'établissement de TAC annuels. Plusieurs stocks sont encore sous le coup d'un moratoire sur la pêche commerciale à l'heure actuelle et les quotas pour les autres sont réduits par rapport aux niveaux historiques.

Autres désignations de statut :

UICN : espèce vulnérable

Cote mondiale : G5

HISTORIQUE DU COSEPAC

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a été créé en 1977, à la suite d'une recommandation faite en 1976 lors de la Conférence fédérale-provinciale sur la faune. Le Comité a été créé pour satisfaire au besoin d'une classification nationale des espèces sauvages en péril qui soit unique et officielle et qui repose sur un fondement scientifique solide. En 1978, le COSEPAC (alors appelé Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada) désignait ses premières espèces et produisait sa première liste des espèces en péril au Canada. En vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) promulguée le 5 juin 2003, le COSEPAC est un comité consultatif qui doit faire en sorte que les espèces continuent d'être évaluées selon un processus scientifique rigoureux et indépendant.

MANDAT DU COSEPAC

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) évalue la situation, au niveau national, des espèces, des sous-espèces, des variétés ou d'autres unités désignables qui sont considérées comme étant en péril au Canada. Les désignations peuvent être attribuées aux espèces indigènes comprises dans les groupes taxinomiques suivants : mammifères, oiseaux, reptiles, amphibiens, poissons, arthropodes, mollusques, plantes vasculaires, mousses et lichens.

COMPOSITION DU COSEPAC

Le COSEPAC est composé de membres de chacun des organismes responsable des espèces sauvages des gouvernements provinciaux et territoriaux, de quatre organismes fédéraux (le Service canadien de la faune, l'Agence Parcs Canada, le ministère des Pêches et des Océans et le Partenariat fédéral d'information sur la biodiversité, lequel est présidé par le Musée canadien de la nature), de trois membres scientifiques non gouvernementaux et des coprésidents des sous-comités de spécialistes des espèces et du sous-comité des connaissances traditionnelles autochtones. Le Comité se réunit au moins une fois par année pour étudier les rapports de situation des espèces candidates.

DÉFINITIONS
(2010)

Espèce sauvage	Espèce, sous-espèce, variété ou population géographiquement ou génétiquement distincte d'animal, de plante ou d'une autre organisme d'origine sauvage (sauf une bactérie ou un virus) qui est soit indigène du Canada ou qui s'est propagée au Canada sans intervention humaine et y est présente depuis au moins cinquante ans.
Disparue (D)	Espèce sauvage qui n'existe plus.
Disparue du pays (DP)	Espèce sauvage qui n'existe plus à l'état sauvage au Canada, mais qui est présente ailleurs.
En voie de disparition (VD)*	Espèce sauvage exposée à une disparition de la planète ou à une disparition du pays imminente.
Menacée (M)	Espèce sauvage susceptible de devenir en voie de disparition si les facteurs limitants ne sont pas renversés.
Préoccupante (P)**	Espèce sauvage qui peut devenir une espèce menacée ou en voie de disparition en raison de l'effet cumulatif de ses caractéristiques biologiques et des menaces reconnues qui pèsent sur elle.
Non en péril (NEP)***	Espèce sauvage qui a été évaluée et jugée comme ne risquant pas de disparaître étant donné les circonstances actuelles.
Données insuffisantes (DI)****	Une catégorie qui s'applique lorsque l'information disponible est insuffisante (a) pour déterminer l'admissibilité d'une espèce à l'évaluation ou (b) pour permettre une évaluation du risque de disparition de l'espèce.

* Appelée « espèce disparue du Canada » jusqu'en 2003.

** Appelée « espèce en danger de disparition » jusqu'en 2000.

*** Appelée « espèce rare » jusqu'en 1990, puis « espèce vulnérable » de 1990 à 1999.

**** Autrefois « aucune catégorie » ou « aucune désignation nécessaire ».

***** Catégorie « DSIDD » (données insuffisantes pour donner une désignation) jusqu'en 1994, puis « indéterminé » de 1994 à 1999. Définition de la catégorie (DI) révisée en 2006.

Environnement Canada Service canadien de la faune
Environment Canada Canadian Wildlife Service
Canada

Le Service canadien de la faune d'Environnement Canada assure un appui administratif et financier complet au Secrétariat du COSEPAC.

Rapport de situation du COSEPAC

sur la

Morue franche
Gadus morhua

Population nord-laurentienne
Population sud-laurentienne
Population de Terre-Neuve-et-Labrador
Population du Sud
Population des lacs de l'Arctique
Population marine de l'Arctique

au Canada

2010

TABLE DES MATIÈRES

INFORMATION SUR L'ESPÈCE 5
Nom et classification 5
Description morphologique 5
Structure spatiale des populations 6
Unités désignables et populations 8
RÉPARTITION 24
Aire de répartition mondiale 24
Aire de répartition canadienne 24
HABITAT 27
Besoins en matière d'habitat 27
Tendances en matière d'habitat 29
BIOLOGIE 30
Généralités 30
Reproduction : variation du cycle vital 30
Reproduction : comportement de fraye 31
Survie 33
Physiologie 34
Déplacements et dispersion 35
Nutrition et relations interspécifiques 37
Comportement et adaptabilité 37
TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS 38
FACTEURS LIMITATIFS ET MENACES 52
Pression de pêche 52
Mortalité naturelle 54
IMPORTANCE DE L'ESPÈCE 57
PROTECTION ACTUELLE OU AUTRES DÉSIGNATIONS DE STATUT 58
ÉVALUATION DES RISQUES 58
RÉSUMÉ TECHNIQUE – Population des lacs de l'Arctique 61
RÉSUMÉ TECHNIQUE – Population marine de l'Arctique 63
RÉSUMÉ TECHNIQUE – Population de Terre-Neuve-et-Labrador 65
RÉSUMÉ TECHNIQUE – Population nord-laurentienne 67
RÉSUMÉ TECHNIQUE – Population sud-laurentienne 69
RÉSUMÉ TECHNIQUE – Population du Sud 71
REMERCIEMENTS 73
SOURCES D'INFORMATION 73
AUTHORITIES CONSULTED 89
SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DU RÉDACTEUR DU RAPPORT 90

Liste des figures

Figure 1. Dessin au trait de la morue franche (Atlantic cod), *Gadus morhua* 5
Figure 2. Répartition mondiale de la morue franche (*Gadus morhua*) 6
Figure 3. Âge à la maturité (avant l'effondrement) pour chacun des 10 stocks reconnus de morue franche dans les eaux canadiennes 11

Figure 4. (A) Relations entre la fréquence du retour des morues étiquetées et la distance géographique pour les morues étiquetées dans les eaux de Terre-Neuve de 1954 à 1993, et isolement génétique par la distance à grande (B) et à petite (C) échelles provenant de l'analyse de 1 405 polymorphismes d'un seul nucléotide 14
Figure 5. (A) Analyse en composantes principales de 1 405 polymorphismes d'un seul nucléotide (SNP) pour 19 échantillons de morue franche provenant des eaux canadiennes et adjacentes 21
Figure 6. Répartition de la morue franche en Amérique du Nord, de la pointe méridionale de l'aire de l'espèce jusqu'au nord du Labrador, d'après des relevés indépendants des pêches effectués par le ministère des Pêches et des Océans du Canada et le National Marine Fisheries Service des États-Unis. 25
Figure 7. Carte des divisions de l'OPANO (Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest) utilisées pour identifier les stocks de morues franches gérés par l'OPANO et Pêches et Océans Canada 26
Figure 8. Variation temporelle du nombre estimatif d'individus matures dans l'unité désignable de Terre-Neuve-et-Labrador (A). Les données pour la morue du Nord (2J3KL de l'OPANO) et la morue du sud du Grand Banc (3NO de l'OPANO) sont présentées à l'annexe 1. (B) Graphique représentant $\log_e$ (abondance, N_t) en fonction du temps (t, en années) pour l'unité désignable de Terre-Neuve-et-Labrador et estimation du taux de déclin sur trois générations. Les tendances de l'abondance depuis 2003 sont incluses à des fins de comparaison. 43
Figure 9. Variation temporelle du nombre estimatif d'individus matures dans l'unité désignable du Nord laurentien (A). Les données pour les stocks de 3Ps et de 3Pn4RS sont présentées à l'annexe 1. (B) Graphique représentant $\log_e$ (abondance, N_t) en fonction du temps (t, en années) pour l'unité désignable du Nord laurentien et estimation du taux de déclin sur trois générations. 47
Figure 10. Variation temporelle du nombre estimatif d'individus matures dans l'unité désignable du Sud laurentien (A). Les données pour les stocks de 4TVn, 4Vn et 4VsW sont présentées à l'annexe 1. (B) Graphique représentant $\log_e$ (abondance, N_t) en fonction du temps (t, en années) pour l'unité désignable du Sud laurentien et estimation du taux de déclin sur trois générations. 49
Figure 11. Variation temporelle du nombre estimatif d'individus matures dans l'unité désignable du Sud (A). Les données pour les stocks de 4X et de 5Zjm sont présentées à l'annexe 1. (B) Graphique représentant loge (abondance, Nt) en fonction du temps (t, en années) pour l'unité désignable du Sud et estimation du taux de déclin sur trois générations. Les deux graphiques présentent des données provenant de divers relevés dans la division 5Zjm et d'un seul relevé dans la division 4X. 51

Liste des tableaux

Tableau 1 Sommaire des estimations de la différenciation génétique provenant de la documentation scientifique publiée 17

Liste des annexes

ANNEXE 1 Données sur les tendances des populations pour chacune des unités de gestion de la morue franche reconnues par Pêches et Océans Canada 91

INFORMATION SUR L'ESPÈCE

Nom et classification

Classe : Actinoptérygiens
Ordre : Gadiformes
Famille : Gadidés
Nom latin binomial : *Gadus morhua* Linné 1758

Noms communs : Français : morue franche
Anglais : Atlantic Cod
Inuktitut : ogac (Nunavut); ovak, ogac (baie d'Ungava); uugak, ugak (Innu, Labrador) (McAllister *et al.*, 1987)

Description morphologique

La morue franche est un poisson marin de moyenne à grande taille (figure 1), qui occupe les eaux froides (de 10 à 15 °C) et très froides (moins de 0 à 5 °C) des zones côtières et extracôtières qui recouvrent la plate-forme continentale dans tout l'Atlantique Nord-Ouest et Nord-Est (figure 2). Sur le plan morphologique, la présence de trois nageoires dorsales et deux nageoires anales est la caractéristique qui distingue la morue franche de la plupart des autres poissons marins (caractéristique qu'elle partage avec les autres gadidés). Le corps est hydrodynamique et fusiforme, caractéristique des poissons capables de maintenir une vitesse modérée sur des distances relativement longues. La couleur de la livrée est très variable dans les eaux canadiennes, les pêcheurs décrivant ce poisson comme presque noir, brun ou rouge selon le lieu de capture (Neis *et al.*,1999). La chair est blanche, ferme et maigre. Elle se détériore relativement lentement après la mort, et se préserve facilement par séchage, salage ou salage-séchage.

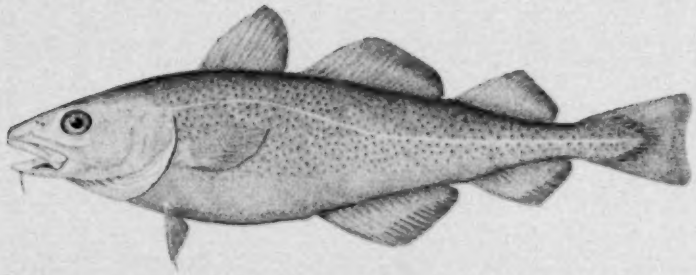


Figure 1. Dessin au trait de la morue franche (Atlantic cod), *Gadus morhua*, par H.L. Todd. Image reproduite avec la permission de la Smithsonian Institution, NMNH, Division des poissons.

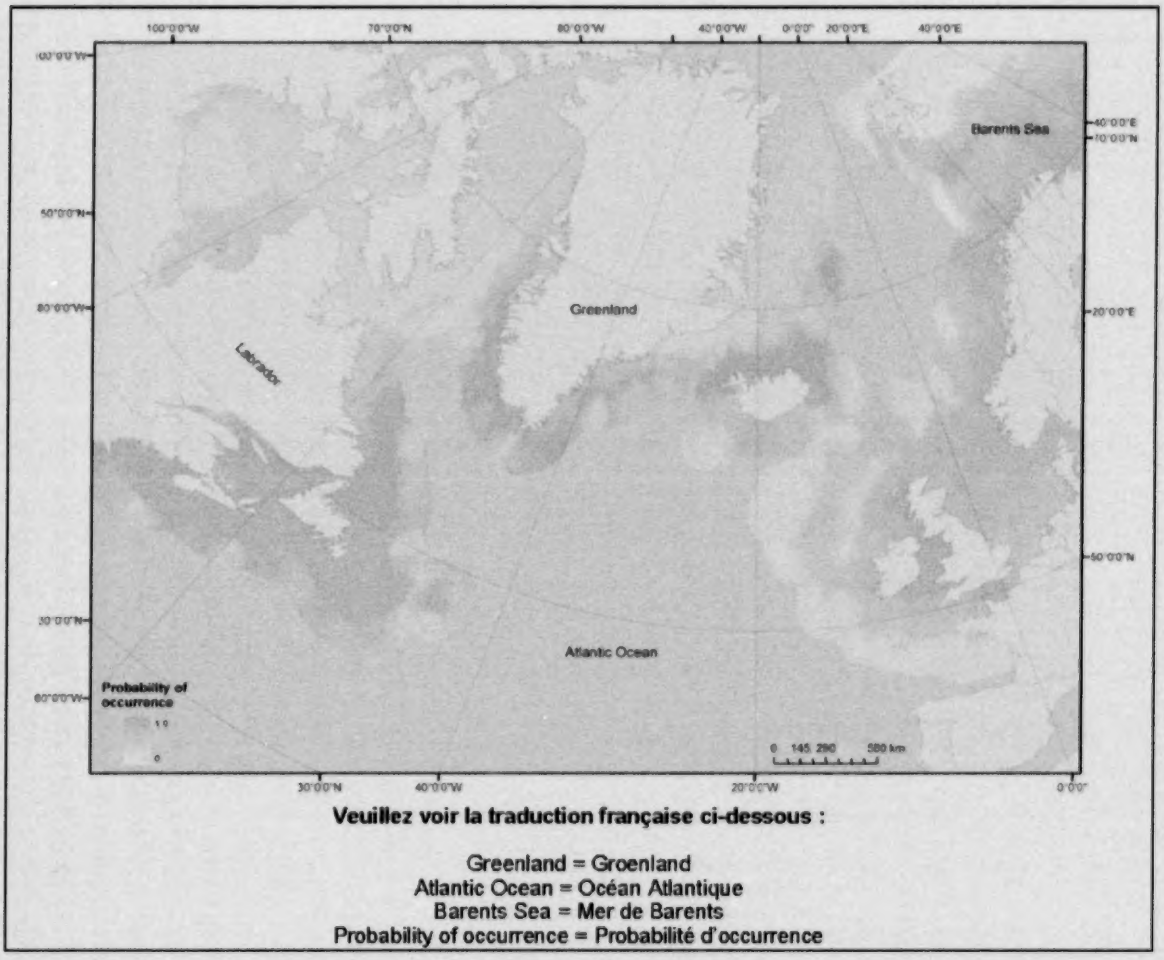


Figure 2. Répartition mondiale de la morue franche (*Gadus morhua*). Données provenant du site Fishbase.org.

Structure spatiale des populations

L'approche de définition du niveau de structuration spatiale reconnue par le COSEPAC dans le cas de la morue franche a changé au cours de la dernière décennie. À l'heure actuelle, le COSEPAC utilise deux critères pour définir une UD : 1) elle doit être en grande partie isolée sur le plan reproductif d'autres populations, comme en témoigne la distinction génétique, la disjonction spatiale ou l'occupation de différentes régions écogéographiques, et 2) elle doit représenter une composante importante du patrimoine évolutionnaire de l'espèce (Waples, 1991). Par conséquent, les UD sont généralement plus isolées sur le plan reproductif pendant une plus longue période que ne le sont les sous-populations qui les constituent, et de multiples types d'information (p. ex., structure génétique, variation du cycle vital) sont souvent requis pour établir leur caractère important et leur caractère distinct. En 1998, le COSEPAC a inscrit la morue

franche dans la catégorie des espèces préoccupantes (vulnérables) et lui a attribué une seule désignation dans l'ensemble de son aire de répartition au Canada. La validité d'une seule désignation requiert l'absence de différentiation des populations dans la variation génétique, le cycle vital ou la variation adaptative sur l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce. Or, comme les données génétiques et écologiques récentes confortent l'hypothèse selon laquelle la morue franche peut être reconnue comme des UD distinctes, en 2003, le COSEPAC a reconnu quatre unités désignables (UD) de morue franche en eaux canadiennes. Lorsqu'on combine l'information fournie par la recherche sur la génétique, l'écologie et le cycle vital de la morue franche, il apparaît de toute l'évidence que des différences existent au niveau des populations dans l'Atlantique Nord-Ouest. Toutefois, si les différences entre les stocks de morue reconnus sont suffisamment grandes pour justifier un traitement séparé dans une perspective de gestion, il n'est pas clair comment les populations peuvent être mieux désignées d'une perspective évolutionnaire, étant donné que des données génétiques et biologiques ne sont pas disponibles pour chacun des stocks. Cependant, des preuves toujours plus nombreuses viennent confirmer l'existence d'une dispersion restreinte et de différences adaptatives entre les morues à des échelles spatiales considérablement plus petites que l'aire de répartition géographique de cette espèce au Canada. Dans une perspective générale, voici des études qui portent sur ces aspects :

1. Analyses génétiques de la variation génétique neutre : Bentzen *et al.*, 1996; Ruzzante *et al.*, 1996; idem, 1997; idem, 1998; idem, 1999; idem, 2000a; idem, 2000b; idem, 2001; Pogson *et al.*, 1995; idem, 2001; Beacham *et al.*, 2002; Lage *et al.*, 2004; Hardie *et al.*, 2006; Bradbury *et al.*, soumis; Bradbury *et al.*, inédit. Voir aussi Carr *et al.*, 1995; Carr et Crutcher, 1998; Carr et Marshall, 2008 pour des analyses de l'ADNmt.

2. Études d'étiquetage comme marquage-recapture, données de télémétrie et étiquettes naturelles : Thompson, 1943; McKenzie, 1956; McCracken, 1959; Martin et Jean, 1964; Templeman, 1962; Lear, 1984; Taggart *et al.*, 1995; Hunt *et al.*, 1999; Campana *et al.*, 1999; Green et Wroblewski, 2000; Swain et Frank, 2000; Côté *et al.*, 2001; Robichaud et Rose, 2004; Windle et Rose, 2005; Brattey *et al.*, 2008a.

3. Différences spatio-temporelles dans la reproduction comme l'époque de fraie, les lieux de ponte et la distribution des premiers stades du cycle vital (Hjort, 1919; Frost, 1938; Bulatova, 1962; Postolaky, 1974; Gagné et O'Boyle, 1984; O'Boyle *et al.*, 1984; Campana *et al.*, 1989; Suthers *et al.*, 1989; Frank *et al.*, 1994; Myers *et al.*, 1993; Hutchings *et al.*, 1993; Lough *et al.*, 1994; DeYoung et Davidson, 1994; Pépin et Helbig, 1997; Bradbury *et al.*, 2000; idem, 2002; idem, 2008; Bradbury et Snelgrove, 2001).

4. Variation du cycle vital : Pinhorn, 1984; Trippel *et al.*, 1997; McIntyre et Hutchings, 2003; Fudge et Rose, 2008.

5. Différences spatiales dans le nombre de vertèbres variation démontrée comme ayant une base génétique chez les poissons (p. ex. Billerbeck *et al.*, 1997) et étant significative sur le plan adaptatif (p. ex. Templeman, 1962; Templeman, 1981; Swain, 1992; Swain *et al.*, 2001).

6. Différences adaptatives génétiques : Puvanendran et Brown, 1998; Goddard *et al.*, 1999; Purchase et Brown, 2000; Purchase et Brown, 2001; Marcil *et al.*, 2006a; Marcil *et al.*, 2006b; Hutchings *et al.*, 2007; Bradbury *et al.*, soumis.

7. Corrélations géographiques et différences dans les indicateurs démographiques (recrutement, mortalité naturelle et croissance) : Myers *et al.*, 1995; Swain et Castonguay, 2000.

Unités désignables et populations

Le COSEPAC reconnaît les UD si elles sont considérées comme distinctes et importantes dans l'évolution taxinomique d'une espèce, où « important » signifie que l'UD est significative pour l'héritage évolutif d'une espèce et dont la perte ne pourrait probablement pas être compensée par une dispersion naturelle. Le caractère distinct est considéré comme d'importance primaire, et peut faire référence à l'isolement génétique, au caractère discontinu de l'habitat ou à l'isolement écologique. Le caractère important peut faire référence à une grande divergence phylogénétique (p. ex. races glaciales), la particularité adaptative (p. ex. variation du cycle vital) ou la particularité écologique, et son inclusion dans la définition reflète l'opinion que l'isolement en soi n'est pas considéré comme suffisant pour la désignation d'une UD. Dans ce contexte, il est important de reconnaître qu'une UD peut englober plusieurs petites sous-populations, chacune pouvant être liée à une autre par un certain niveau de migration (McElhany *et al.*, 2000), mais la migration n'est pas nécessaire, car des sous-populations distinctes qui ne montrent pas de différences adaptatives (un caractère important) peuvent être combinées et reconnues comme une UD. Il vaut aussi la peine de souligner que, à mesure que des données seront recueillies dans le cadre du processus d'évaluation régulier de Pêches et Océans Canada (MPO), la plus petite échelle de désignation disponible est l'échelle du stock reconnu par le MPO sur lesquelles les évaluations reposent. Ces unités de gestion sont néanmoins utilisées depuis longtemps et représentent généralement une échelle spatiale plus petite que la plupart des principales populations démographiquement indépendantes. Il est peu probable par conséquent qu'il existe une structure importante dans l'évolution taxinomique au-dessous de cette échelle, mais cela doit être vérifié dans de nombreux cas. Selon les lignes directrices fixées par le COSEPAC pour la désignation du statut à un niveau inférieur à l'espèce, six unités désignables sont reconnues dans le présent rapport et, lorsque des données sont disponibles, les tendances des effectifs des géniteurs sont décrites pour chacune. Chacune des UD inclut des morues se trouvant dans plus d'une unité de gestion (à l'exception de l'UD des lacs de l'Arctique) selon les divisions de l'OPANO (Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest) (figure 7), divisions qui correspondent aux stocks de morue franche gérés par Pêches et Océans Canada.

UD des lacs de l'Arctique

Les morues de cette UD sont confinées à des lacs côtiers de la côte est de l'île de Baffin, au Nunavut, qui reçoivent des apports d'eau de mer pendant les grandes marées estivales. Ces lacs sont les lacs Ogac, Qasigialiminiq et Tariujarusiq.

UD des eaux marines de l'Arctique

Les morues de cette UD sont présentes dans le milieu marin à l'est et au sud-est de l'île de Baffin, au Nunavut (divisions 0A et 0B de l'OPANO). Même si on connaît peu de choses à leur sujet, elles sont rarement capturées en grand nombre. Elles peuvent provenir des stocks qui se trouvent dans les eaux de l'ouest du Groenland.

UD de Terre-Neuve-et-Labrador

Les morues de cette UD fréquentent les eaux immédiatement au nord du cap Chidley (pointe nord du Labrador) vers le sud-est jusqu'au Grand Banc, à l'est de Terre-Neuve. Aux fins de gestion, les morues de cette UD sont traitées comme trois stocks distincts par le MPO : (1) la morue du nord du Labrador (divisions 2GH de l'OPANO); (2) la « morue du Nord », soit celle qu'on trouve dans les eaux du sud-est du Labrador, sur la plate-forme du nord-est de Terre-Neuve et sur la moitié nord du Grand Banc (divisions 2J3KL de l'OPANO); et la morue du sud du Grand Banc (divisions 3NO de l'OPANO). De 75 à 80 % environ des morues franches des eaux canadiennes appartenaient à cette population au début des années 1960.

UD du Nord laurentien

Les morues de cette UD englobent les stocks identifiés aux fins de la gestion par le MPO comme : 1) le stock du banc Saint-Pierre (subdivision 3Ps de l'OPANO) et 2) le stock du nord du golfe du Saint-Laurent (subdivision 3Pn et divisions 4RS de l'OPANO). Ces stocks se trouvent au nord du chenal Laurentien, qui borde les côtes sud et ouest de Terre-Neuve et la côte sud du Québec.

UD du Sud laurentien

Les morues de cette UD englobent les trois unités identifiées aux fins de la gestion par le MPO comme : 1) le stock du sud du golfe du Saint-Laurent (division 4T et subdivision 4Vn de l'OPANO, novembre à avril); 2) le stock du détroit de Cabot (subdivision 4Vn de l'OPANO, mai à octobre); 3) le stock de l'est de la plate-forme néo-écossaise (subdivision 4Vs et division W de l'OPANO). Ces stocks se trouvent depuis le sud du golfe du Saint-Laurent jusqu'à l'est de la plate-forme néo-écossaise. Nombre de ces stocks hivernent le long de la pente Sud du chenal Laurentien.

UD du Sud

Les morues de cette UD englobent les deux stocks identifiés aux fins de la gestion par le MPO comme : 1) le stock de la baie de Fundy/ouest de la plate-forme néo-écossaise (division 4X de l'OPANO et portion canadienne de la division 5Y de l'OPANO); et 2) le stock de l'est du banc Georges ($5Z_{jm}$). Ce dernier est un stock transfrontalier, qui est géré conjointement par le Canada et les États-Unis. Sur le plan géographique, cette UD est située dans les eaux adjacentes à la Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick; elle s'étend depuis le sud de la Nouvelle-Écosse et la baie de Fundy jusqu'à la portion canadienne du banc Georges dans la division 5Z.

Justification scientifique de la différentiation des UD de Terre-Neuve-et-Labrador, du Nord laurentien, du Sud laurentien et du Sud

Ces UD peuvent être identifiées comme « distinctes » et « importantes » par une combinaison de divers types de données : l'âge à la maturité, le taux de croissance maximum de la population (r_{max}), les tendances temporelles de l'abondance, les étiquettes récupérées, la variabilité génétique à certains locus sélectivement neutres et les différences génétiques parmi certains caractères sélectivement importants.

Âge à la maturité

L'âge à la maturité (âge auquel 50 % des femelles sont en état de se reproduire) diffère d'une population à l'autre. Il dépend probablement de facteurs environnementaux (p. ex. température) et génétiques, et peut être soumis à une forte sélection associée à la pression de la pêche. Pour comparer les âges à la maturité, l'âge moyen pour tous les stocks composant une UD avant leur effondrement a été calculé en pondérant l'âge moyen dans chaque stock par la plus haute estimation de l'abondance des individus matures dans ce stock (à partir des données d'abondance obtenues par AVP; voir la section TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS ci-dessous). C'est dans l'UD de Terre-Neuve-et-Labrador que les morues sont les plus âgées, la maturité étant atteinte à 6 ans dans les deux stocks, et dans l'UD du Sud qu'elles sont les plus jeunes, 2 des stocks atteignant la maturité à 2,5 ans (figure 3). La différence la plus marquée dans l'âge à la maturité se produit dans l'UD du Sud, où les morues atteignent la maturité entre 2 et 3 ans, soit considérablement plus tôt que dans les autres UD.

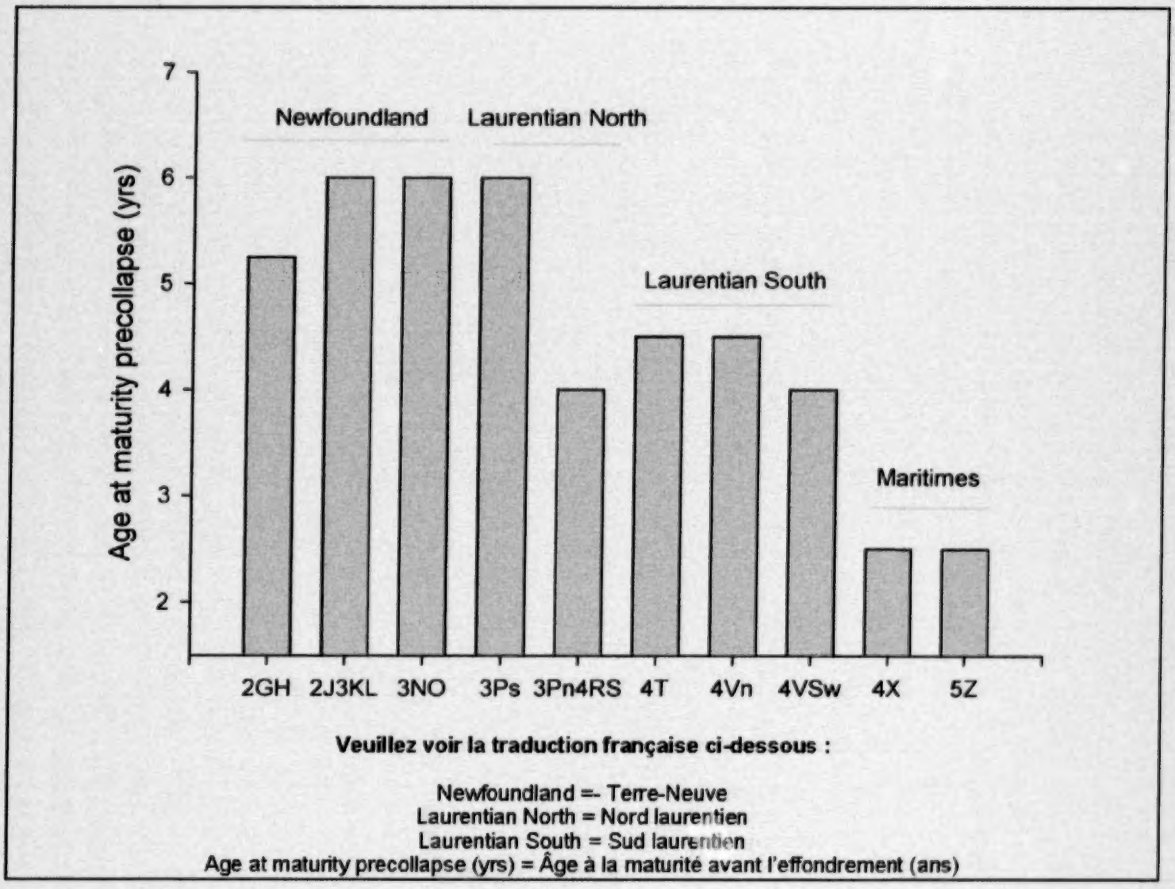


Figure 3. Âge à la maturité (avant l'effondrement) pour chacun des 10 stocks reconnus de morue franche dans les eaux canadiennes

Unité désignable	Nombre de stocks	Âge à la maturité (écart entre les stocks)	Référence(s)
Terre-Neuve-et-Labrador	2	6,0 (6 - 6 ans)	Lilly *et al.*, 2001; Trippel *et al.*, 1997; Stansbury *et al.*, 2001; COSEPAC, 2003
Nord laurentien	2	4,5 (4 - 6 ans)	Brattey *et al.*, 2001a; COSEPAC, 2003
Sud laurentien	3	4,5 (4,0 - 4,5 ans)	Doug Swain, comm. pers., 2009; Worcester *et al.*, 2009
Sud	2	2,5 (2,5 - 2,5 ans)	Trippel *et al.*, 1997; Hunt et Hatt, 2002

Taux de croissance maximum de la population (r_{max})

À partir des données recueillies au milieu des années 1990, il est possible de comparer les estimations du taux de croissance maximum pour les populations identifiées ici. L'estimation pour la morue du Nord est tirée de Hutchings (1999); les autres estimations sont fournies par Myers *et al.* (1997a; tableau 1 révisé; comm. pers.). Le r_{max} a été estimé à partir de la pente de la relation stock-recrutement près de l'origine et sous réserve de la mise en garde que r_{max} peut avoir changé depuis le milieu des années 1990, comme il l'a été observé dans certaines régions (p. ex. Swain et Chouinard, 2008). Ce qui est important ici est de savoir si r_{max} est susceptible de différer d'une UD à l'autre, même pour les données portant strictement sur la période précédant et suivant immédiatement l'effondrement de chaque stock. Pour comparer r_{max} entre les populations, le r_{max} moyen pour tous les stocks composant une UD a été calculé, en pondérant l'estimation du r_{max} de chaque stock par la plus forte abondance connue des individus matures dans ce stock (à partir des données d'abondance obtenues par AVP; voir la section TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS ci-dessous). Comme pouvaient le laisser présager les différences dans l'âge à la maturité, l'UD de Terre-Neuve-et-Labrador présente un taux de croissance maximum inférieur à celui de l'UD du Sud. Il est à noter que dans les conditions récentes de productivité, l'UD du Sud laurentien a connu une productivité extrêmement faible même si elle s'étend plus au sud que certaines des autres populations (voir Shelton *et al.*, 2006).

Unité désignable	**Nombre de stocks**	**Taux de croissance maximum de population, r_{max} (écart entre les stocks)**	**Référence(s)**
Terre-Neuve-et-Labrador	2	0,15 (0,13 - 0,35)	Myers *et al.*, 1997a, version révisée du tableau 1; Hutchings, 1999
Nord laurentien	2	0,32 (0,29 - 0,39)	Myers *et al.*, 1997a, version révisée du tableau 1
Sud laurentien	3	0,36 (0,24 - 0,50)	Myers *et al.*, 1997a, version révisée du tableau 1
Sud	2	0,51 (0,47 - 0,67)	Myers *et al.*, 1997a, version révisée du tableau 1

Tendances temporelles de l'abondance

Myers *et al.* (1995) ont examiné l'échelle spatiale de corrélation dans le recrutement aux divers stocks canadiens et ont relevé des corrélations à des échelles de moins de 500 km. Par conséquent, certains stocks montrent des taux de déclin semblables. Par exemple, les stocks qui constituent l'UD de Terre-Neuve-et-Labrador (2J3KL et 3NO) ont connu un déclin constant durant la plus grande partie de la période pour laquelle des données sont disponibles (déclin par plus de 90 %, voir la section TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS ci-dessous).

Données d'étiquetage et de télémétrie

Des études d'étiquetage de la morue sont effectuées en eaux canadiennes depuis les années 1930. Le consensus est que les individus étiquetés se dispersent rarement au-delà de 500 km. L'évaluation des résultats d'expériences d'étiquetage menées sur une période de presque 50 ans au large de Terre-Neuve (Taggart, 1995, voir la section Déplacements et dispersion) révèle un déclin évident dans les taux d'égarement par rapport à la distance et des taux élevés de fidélité annuelle à l'égard des sites (figure 4A). En outre, les preuves d'une grande fidélité de la morue à l'égard des sites en eaux canadiennes s'accumulent (Green et Wroblewski, 2000; Cote *et al.*, 2001; Windle et Rose, 2005; Brattey *et al.*, 2008a). Brattey *et al.* (2008a) font état de taux de retour annuels dans les baies Smith et Trinité variant de 65 à 100 %. Robichaud et Rose (2004) sont d'avis que, à l'échelle mondiale, 40 % des stocks de morue sont des populations résidentes non migratrices. De plus, bien que certains stocks entreprennent de grandes migrations, comme dans le cas du stock du golfe du Saint-Laurent, le niveau de mélange et d'égarement peut être assez faible (p. ex. Campana *et al.*, 1999).

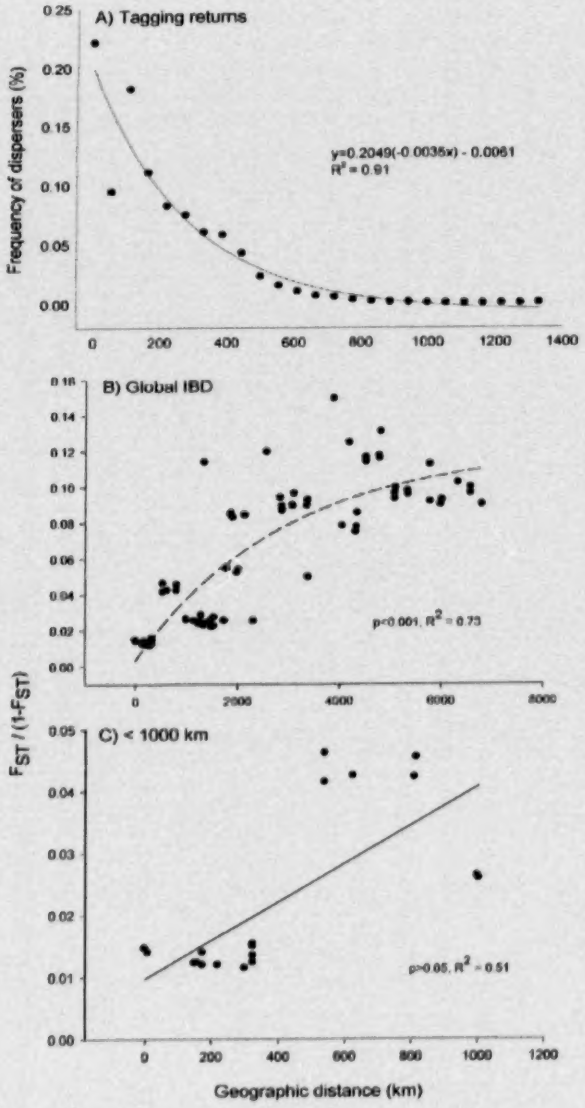


Figure 4. (A) Relations entre la fréquence du retour des morues étiquetées et la distance géographique pour les morues étiquetées dans les eaux de Terre-Neuve de 1954 à 1993, et isolement génétique par la distance à grande (B) et à petite (C) échelles provenant de l'analyse de 1 405 polymorphismes d'un seul nucléotide (Bradbury *et al.*, soumis).

Les études d'étiquetage permettent de déterminer les taux d'égarement des morues au-delà des limites des UD proposées et de corroborer les estimations du flux génétique reposant sur des marqueurs moléculaires. Brattey *et al.* (2008a) et Lawson et Rose (2000) ont documenté les déplacements d'individus de 3Ps vers le nord le long de la presqu'île Avalon, mais rarement plus loin que la baie de la Conception. Le chenal Laurentien, qui constitue probablement le principal obstacle topographique en eaux canadiennes, sépare l'UD du Nord laurentien de l'UD du Sud laurentien. Templeman (1962) a signalé [traduction] qu'il ne semble pas y avoir de couloirs de migration ou un mélange considérable à travers le chenal, et les stocks de chaque côté du chenal sont donc distincts. Des estimations des déplacements d'un bord à l'autre du chenal suggèrent des taux de traversée de moins de 3 % (Thompson, 1943; McKenzie, 1956; McCracken, 1959; Martin et Jean, 1964). De récentes estimations reposant sur l'étude des propriétés microchimiques des otolithes (Campana *et al.*, 1999) et des dénombrements des vertèbres (voir ci-dessous, Swain *et al.*, 2001) confirment les conclusions antérieures d'un faible taux de mélange d'un bord à l'autre du chenal.

Résumé des preuves de déplacements à l'échelle du chenal Laurentien reposant sur des études d'étiquetage mentionnées dans Templeman (1962).

Nombre total de morues récupérées	Nombre de morues récupérées des deux bords du chenal Laurentien	%	Référence dans Templeman, 1962
984	2	0,20	Thompson, 1943
670	2	0,30	Templeman et Fleming, 1962
2 200	33	1,50	McKenzie, 1957
277	3	1,08	McCracken, 1957
215	0	0,00	McCracken, 1957
1 022	18	1,76	McCracken, 1959
185	5	2,70	Martin, 1959

Des études d'étiquetage suggèrent un important chevauchement spatial, souvent associé aux migrations saisonnières, dans les UD. L'analyse des stocks qui hivernent le long de la pente du chenal Laurentien laisse supposer un chevauchement important entre les stocks de morues de 4T, 4Vn et 4VsW le long de la pente Sud, et entre les stocks de 4PnRS et 3Ps le long de la pente Nord, ce qui justifie leur séparation en UD du Nord laurentien et UD du Sud laurentien (Campana *et al.*, 1999; Swain *et al.*, 2001). En outre, à l'opposé du chenal Laurentien, les taux d'égarement à travers le chenal de Fundy, qui sépare les divisions 4X et 5Z de l'OPANO, donnent à penser qu'il ne constitue pas un obstacle important aux déplacements (5-15 % d'égarement, voir par exemple Hunt *et al.*, 1999) et appuient la création d'une UD du Sud.

Différenciation génétique à des locus sélectivement neutres

Les études font nettement ressortir une forte différenciation génétique à des locus sélectivement neutres entre les UD (tableau 1). À la lumière des fortes populations de morues, et probablement de l'expansion postglaciaire de l'aire de répartition de l'espèce, il n'est pas surprenant que la différenciation spatiale soit souvent faible, ce qui est typique des poissons marins. De multiples études ont cependant révélé une importante structuration, habituellement associée à l'isolement physique ou des obstacles au flux génétique. En utilisant des locus de microsatellite, Bentzen *et al.* (1996) ont observé une importante structuration entre les morues de Terre-Neuve, du Bonnet flamand et de la plate-forme néo-écossaise (tableau 1). De même, Ruzzante *et al.* (1998) ont documenté une importante structuration à l'échelle des bancs, ce qui suggère à nouveau une importante différenciation à travers le chenal Laurentien (tableau 1). L'étude faite par Pogson *et al.* (2001), qui portait sur l'analyse de 10 locus de polymorphisme de restriction (RFLP), a également révélé d'importantes différences génétiques entre les morues prélevées dans les diverses UD, en particulier entre l'UD de Terre-Neuve et l'UD du Sud laurentien. De fortes signatures d'isolement génétique ont également été observées au niveau de la baie Gilbert, au Labrador (Ruzzante *et al.*, 2001; Beacham *et al.*, 2002) et de plusieurs lacs de l'Arctique (Hardie *et al.*, 2006). Cette baie et ces lacs sont caractérisés par un accès restreint aux eaux côtières océaniques (tableau 1). En l'absence d'obstacles évidents au flux génétique, des preuves des limites de la dispersion sont encore observées par la présence d'un isolement génétique imputable à la distance. De plus, Pogson *et al.* (2001) ont signalé une association négative hautement significative entre le flux génétique et la distance géographique parmi des morues prélevées dans les eaux canadiennes dans les stocks de Terre-Neuve-et-Labrador et des maritimes, association également rapportée par Beacham *et al.* (2002) après leur analyse de 7 locus microsatellites et d'un locus codant la pantophysine (*Pan*I) (tableau 1). Récemment, Bradbury *et al.* (données inédites) ont observé un grand isolement géographique à l'échelle de l'aire de répartition de la morue franche et à de petites échelles spatiales (figures 4B,C, voir ci-dessous pour d'autres détails). Ces associations négatives à des échelles spatiales de souvent moins de 700 km supposent que, plus la séparation géographique des morues est grande, plus leur affinité génétique est faible. De plus, un grand isolement géographique à des échelles spatiales < 700 km corrobore la baisse du taux d'égarement observée d'après les étiquettes récupérées et l'échelle de différenciation observée dans les caractéristiques du cycle vital et les données démographiques (voir ci-dessus).

Tableau 1 Sommaire des estimations de la différenciation génétique provenant de la documentation scientifique publiée.

Référence	Régions comparées		Type de marqueur	N° du locus	Taille moyenne de l'échantillon	Significatif	F_{ST}
Bentzen *et al.*, 1996	2J	3K	microsatellite	6	60	Oui	0,007
Ruzzante *et al.*, 1998	2J3KL	2J3KL	microsatellite	5	93	Oui	0,001
Bentzen *et al.*, 1996	2J3KL	4VSW	microsatellite	6	60	Oui	0,003
Bentzen *et al.*, 1996	2J3KL	4VSW	Gmo132	1	60	Oui	0,021
Pogson *et al.*, 1995	2J3KL	4X	RFLP	17	95	Oui	Non donné
Ruzzante *et al.*, 1997	2J3KL (eaux côtières)	2J3KL (eaux du large)	microsatellite	5	60	Oui	0,0014
Ruzzante *et al.*, 1997	2J3KL (eaux côtières)	2J3KL (eaux du large)	microsatellite	5	60	oui	0,0015
Ruzzante *et al.*, 2000	3K	3NO	microsatellite (avec Gmo132)	5	148	Oui	0,005
Hardie *et al.*, 2006	3PS	4T	microsatellite	7	84	Non	-0,0008
Pepin et Carr, 1993	3O	3L	ADNmt	1		Non	-0,0122
Carr *et al.*, 1995	3L	3L	ADNmt	1	47	Non	0,00
Hardie *et al.*, 2006	3PS	4W	microsatellite	7	84	Non	0,0025
Hardie *et al.*, 2006	3PS	4X	microsatellite	7	84	Non	-0,0008
Ruzzante *et al.*, 2000	4RS	2J3KL	microsatellite (avec Gmo132)	4	148	Oui	0,025
Ruzzante *et al.*, 1998	4RS	4T	microsatellite	5	93	Oui	0,008
Hardie *et al.*, 2006	4T	4W	microsatellite	7	84	Non	0,0026
Hardie *et al.*, 2006	4T	4X	microsatellite	7	84	Non	0,0004
Hardie *et al.*, 2006	4W	4X	microsatellite	7	84	Non	-0,0005
Ruzzante *et al.*, 1998	4W (eaux du large)	4X (eaux du large)	microsatellite	5	93	Oui	0,004
Ruzzante *et al.*, 2000	4X	$5Z_{jm}$	microsatellite (avec Gmo132)	5	148	Oui	0,007
Pogson *et al.*, 2001	4XVsXw	4XVsXw (~600 km)	RFLP	10	95	Oui	non donné, fort isolement génétique par la distance
Lage *et al.*, 2004	5Z	4X et hauts-fonds de Nantucket	pan	1	68	Non	-0,0052
Lage *et al.*, 2004	5Z	4X (banc de Brown)	microsatellite	5	68	Non	0,0012
Lage *et al.*, 2004	5Z	4X (banc de Brown)	Gmo132	1	68	Non	0,0124

Référence	Régions comparées		Type de marqueur	N° du locus	Taille moyenne de l'échantillon	Significatif	F_{ST}
Ruzzante *et al.*, 1998	5Z et 4X (baie de Fundy)	4VSW	microsatellite	5	93	Oui	0,011
Hardie *et al.*, 2006	Baie Gilbert	3PS	microsatellite	7	84	Oui	0,0576
Hardie *et al.*, 2006	Baie Gilbert	4T	microsatellite	7	84	Oui	0,0558
Hardie *et al.*, 2006	Baie Gilbert	4W	microsatellite	7	84	Oui	0,0526
Hardie *et al.*, 2006	Baie Gilbert	4X	microsatellite	7	84	Oui	0,051
Beacham *et al.*, 2002	Localités de Terre-Neuve		micro (et pan)	7	275	Oui	0,008
Hardie *et al.*, 2006	Lac Ogac	3PS	microsatellite	7	84	Oui	0,1407
Hardie *et al.*, 2006	Lac Ogac	4T	microsatellite	7	84	Oui	0,1291
Hardie *et al.*, 2006	Lac Ogac	4W	microsatellite	7	84	Oui	0,1359
Hardie *et al.*, 2006	Lac Ogac	4X	microsatellite	7	84	Oui	0,1299
Hardie *et al.*, 2006	Lac Ogac	Baie Gilbert	microsatellite	7	84	Oui	0,1966
Hardie *et al.*, 2006	Lac Ogac	Lac Qasigialiminiq	microsatellite	7	84	Oui	0,1952
Hardie *et al.*, 2006	Lac Ogac	Lac Tariujarusiq	microsatellite	7	84	Oui	0,2381
Hardie *et al.*, 2006	Lac Qasigialiminiq	3PS	microsatellite	7	84	Oui	0,0934
Hardie *et al.*, 2006	Lac Qasigialiminiq	4T	microsatellite	7	84	Oui	0,0913
Hardie *et al.*, 2006	Lac Qasigialiminiq	4W	microsatellite	7	84	Oui	0,0806
Hardie *et al.*, 2006	Lac Qasigialiminiq	4X	microsatellite	7	84	Oui	0,0834
Hardie *et al.*, 2006	Lac Qasigialiminiq	Baie Gilbert	microsatellite	7	84	Oui	0,1563
Hardie *et al.*, 2006	Lac Qasigialiminiq	Lac Tariujarusiq	microsatellite	7	84	Oui	0,2234
Hardie *et al.*, 2006	Lac Tariujarusiq	3PS	microsatellite	7	84	Oui	0,1432
Hardie *et al.*, 2006	Lac Tariujarusiq	4T	microsatellite	7	84	Oui	0,1295
Hardie *et al.*, 2006	Lac Tariujarusiq	4W	microsatellite	7	84	Oui	0,1456
Hardie *et al.*, 2006	Lac Tariujarusiq	4X	microsatellite	7	84	Oui	0,1324
Hardie *et al.*, 2006	Lac Tariujarusiq	Baie Gilbert	microsatellite	7	84	Oui	0,2141

La différenciation des microsatellites permet de mieux comprendre le flux génétique associé aux limites des UD. Ruzzante *et al.* (1998) et Beacham *et al.* (2002) ont observé une importante différenciation entre les morues du Nord laurentien et de Terre-Neuve-et-Labrador validant la séparation de ces UD. En outre, une importante différenciation a été observée (Ruzzante *et al.*, 1998; idem, 2000) dans l'ensemble du chenal Laurentien, et entre l'UD du Sud et l'UD du Sud laurentien, ce qui valide la désignation de ces limites et la création de l'UD du Sud laurentien. Dans les UD d'échelles spatiales plus petites, une structure spatiale est généralement absente (Bentzen, 1996; Ruzzante *et al.*, 1998; Beacham *et al.*, 2002), à l'exception des cas susmentionnés d'isolement géographique marqué (p. ex. baie Gilbert). Les preuves de différenciation génétique entre les UD à des locus sélectivement neutres sont résumées au tableau 1. Il convient de souligner que nombre des études révélant une importante structuration incluaient un locus de microsatellite particulier (Gmo132, tableau 1), qui a été identifié comme étant potentiellement soumis à la sélection naturelle (Nielsen *et al.*, 2006). Cette tendance vers la dépendance sur des locus ou des caractères non neutres pour résoudre la question de l'importance de l'isolement et de l'adaptation chez les poissons marins se poursuit. Des travaux faisant appel à des séquences exprimées d'ADN (Bradbury *et al.*, soumis) et des expériences en jardin commun (voir par exemple Hutchings *et al.*, 2007) ont révélé des preuves d'adaptation à petite échelle (< 500 km) chez la morue (voir ci-dessous).

À l'opposé des études susmentionnées, des études de la variabilité de l'ADNmt ont fait ressortir que, essentiellement, aucune de la variance génétique dans l'Atlantique Nord-Ouest n'est attribuable à la subdivision parmi les échantillons (Carr et Crutcher, 1998). Voir aussi Carr *et al.* (1995) et Carr et Marshall (2008).

Différenciation génétique entre des caractères sélectivement importants

Outre les différences à des locus sélectivement neutres, il apparaît de plus en plus que les morues de l'Atlantique Nord-Ouest diffèrent les unes des autres à des locus ou caractères qui interviennent dans la sélection, ce qui reflète une adaptation locale. Cette hypothèse fait suite à l'examen de locus moléculaires non neutres montrant une forte différenciation et des expériences qui ont fait ressortir des différences entre les populations de morue après retrait des effets de l'environnement dans l'analyse.

Les locus moléculaires peuvent refléter une sélection et des divergences adaptatives s'ils sont liés à des séquences exprimées soumises à la sélection, comme cela peut être le cas pour les locus microsatellites, ou s'ils sont exprimés et sont directement soumis à la sélection. Bentzen *et al.* (1996) et Ruzzante *et al.* (1998) ont constaté une importante structure parmi les UD, en grande partie activée par un seul locus, soit Gmo132. Il a depuis été montré que ce locus (Nielsen *et al.*, 2006) connaît un niveau élevé de divergence associé à une sélection par association (soit un lien à un gène soumis à la sélection). Des observations semblables d'un niveau élevé de divergence associé au locus codant la pantophysine ont été faites en eaux canadiennes, bien que la structure soit nettement moins marquée que ce qui a été observé dans l'Atlantique Est (Beacham *et al.*, 2002). Bradbury *et al.* (soumis) ont examiné 1 641 polymorphismes mononucléotidiques (SNP) exprimés chez 19 échantillons de morue provenant des eaux canadiennes et adjacentes (figures 4 et 5). Une analyse en composantes principales (ACP) et une analyse bayésienne par segmentation ont révélé la présence de 6 groupes génétiques importants (figure 5a). Vingt-cinq SNP montrent des tendances claires dans la fréquence allélique (figure 5b) et un niveau de divergence élevé hautement corrélées à la température de l'eau ($r = 0,93$), ce qui donne à penser à une adaptation locale associée au climat océanique. La principale transition dans les fréquences alléliques à ces SNP associés à la température de l'eau se produit entre l'UD du Sud laurentien et l'UD du Sud (figure 5b), ce qui concorde avec de grandes différences adaptatives.

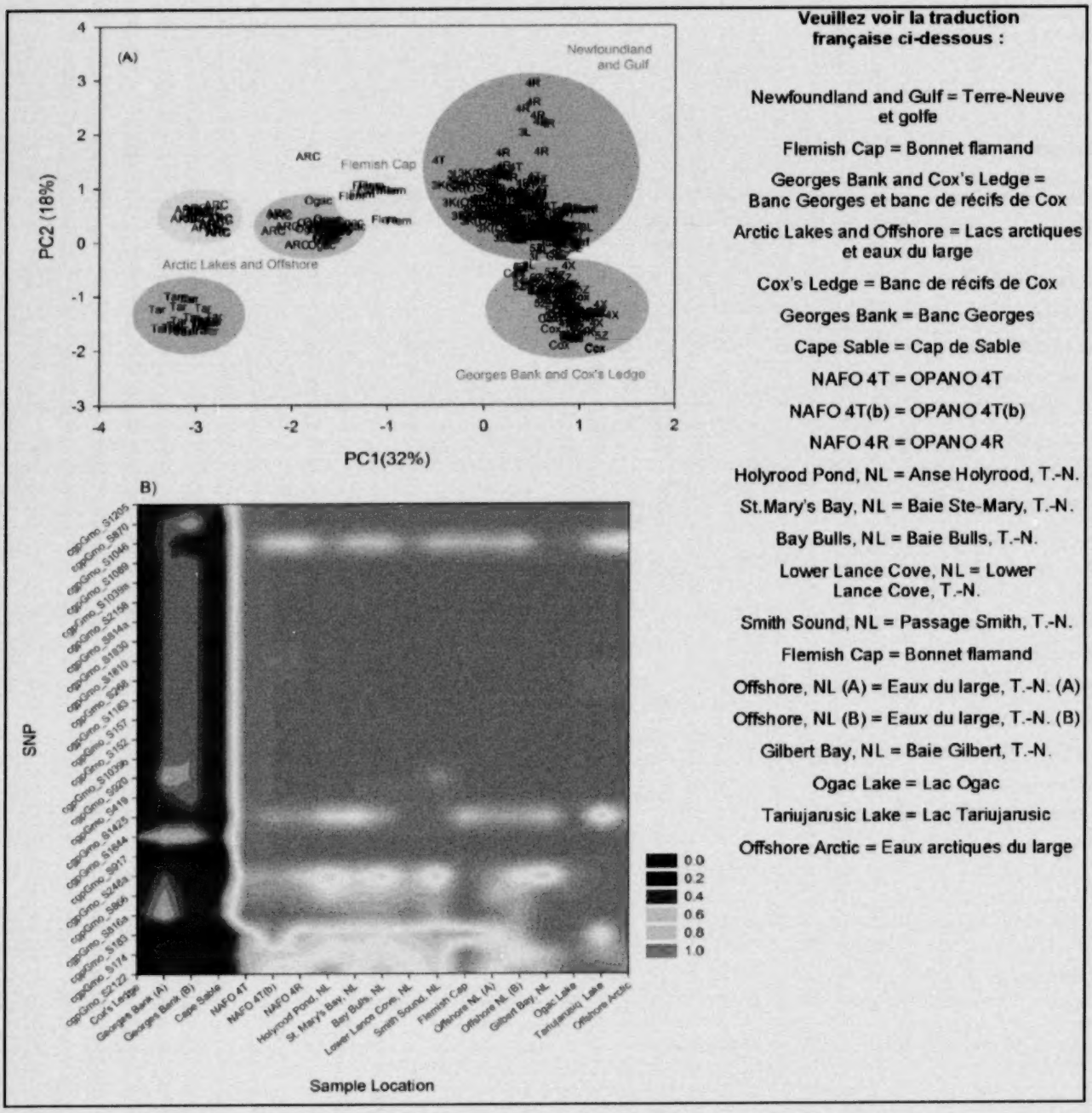


Figure 5. (A) Analyse en composantes principales de 1 405 polymorphismes d'un seul nucléotide (SNP) pour 19 échantillons de morue franche provenant des eaux canadiennes et adjacentes. Les ellipses colorées représentent les groupes génétiques établis à l'aide d'une analyse bayésienne par segmentation. (B) Fréquence allélique moyenne à 25 SNP associés à la température de l'océan (R^2 = 0,88; Bradbury *et al.*, soumis). Sites déterminés par région de l'OPANO, sauf Cox = banc de récifs de Cox; Ogac = lac Ogac; ARC = eaux marines de l'Arctique; 3K(OS) = eaux du large 3K; TAR = lac Tariujarusiq; Flem = Bonnet flamand).

Des expériences faisant souvent appel à des mêmes milieux d'élevage pour éliminer les effets environnementaux portent à conclure à de grandes différences adaptatives parmi de nombreuses populations. Les premiers travaux de comparaison de morues provenant des UD du Sud et du Sud laurentien à des morues provenant de l'UD de Terre-Neuve-et-Labrador ont fait ressortir des différences de nature génétique dans le taux de croissance des juvéniles (Purchase et Brown, 2000), l'efficacité de la conversion énergétique (golfe du Maine, Purchase et Brown, 2001) et l'influence de l'intensité lumineuse sur la survie et le taux de croissance dans les premiers stades de vie (UD du Sud laurentien, Puvanendran et Brown, 1998). Ces premiers travaux ont mené à des expériences en jardin commun (Marcil *et al.*, 2006a; idem, 2006b; Hutchings *et al.*, 2007), qui ont aussi fait apparaître des différences génétiques claires parmi les caractères importants pour le succès reproducteur entre les morues des UD du Nord laurentien et du Sud, les UD du Sud laurentien et de Terre-Neuve-et-Labrador, les UD du Nord laurentien et de Terre-Neuve-et-Labrador et les UD du Sud laurentien et du Sud (Hutchings *et al.*, 2007). La variation morphologique associée à ces expériences vient confirmer l'existence de différences entre toutes les UD comparées (Marcil *et al.*, 2006a; idem, 20006b). En général, ces expériences révèlent des effets importants, directs et par interaction, de la température, de l'alimentation et de l'appartenance à la population sur la croissance des larves et la survie, ainsi qu'une variation morphologique correspondant à des différences de nature génétique et la présence de populations adaptées aux conditions locales.

En résumé, il semble probable, d'après les meilleures données disponibles, que la morue franche des eaux canadiennes comprend six UD selon les critères d'isolement (établi d'après les étiquettes récupérées ou les marqueurs moléculaires neutres) et d'importance sur le plan de l'évolution (marqueurs exprimés ou non neutres; expériences en jardin commun; caractéristiques du cycle vital; taux de croissance de la population). Pour une comparaison des populations, voir le tableau ci-dessous. Ces six UD montrent d'importantes différences de nature génétique, observées soit chez des microsatellites et/ou des polymorphismes mononucléotidiques exprimés correspondant à un isolement marqué. Les différences adaptatives observées sont plus grandes entre les UD occupant des masses d'eau de température différente, comme entre l'UD du Sud et les populations trouvées au Nord ou entre l'UD du nord du Golfe et l'UD de Terre-Neuve-et-Labrador. Toutefois, la discontinuité claire entre les habitats, comme dans le cas des deux bords du chenal Laurentien et des lacs de l'Arctique, justifie aussi le caractère important. Bien que l'on ne dispose pas de données sur le caractère important de l'UD des eaux marines de l'Arctique, celle-ci montre la plus grande différenciation génétique exprimée parmi toutes les populations marines de morue franche au Canada et, étant donné son habitat extrême et les preuves d'une affinité génétique entre les morues de la division 0A de l'OPANO et les morues de l'Atlantique Est, la preuve de son caractère important semble solide. Il devrait également être noté que la population côtière de morues occupant la baie Gilbert, au Labrador, montre aussi une différenciation génétique excessivement élevée correspondant à un isolement marqué. On ne dispose toutefois pas de données sur le caractère important de cette population. Mais comme on trouve ces populations côtières ailleurs (p. ex. lac Holyrood, T.-N.-L.), il semble qu'elle ne répond pas au

critère d'UD. Il faut toutefois reconnaître que l'isolement de cette population constitue une priorité pour sa conservation et que son statut d'UD peut changer lorsque des données additionnelles sur son cycle vital seront recueillies.

Synthèse des preuves de différenciation génétique entre les unités désignables de Terre-Neuve-et-Labrador, du Nord laurentien, du Sud laurentien et du Sud fondée sur l'étude de locus sélectivement neutres et de caractères sélectivement importants.

Unité désignable	Nord laurentien	Sud laurentien	Sud
Terre-Neuve-et-Labrador	1. Sept locus microsatellites et locus codant la pantophysine (Beacham *et al.*, 2002) 2. Cinq locus microsatellites (Ruzzante *et al.*, 1998) 3. Six locus microsatellites (Ruzzante *et al.*, 2000) 4. Croissance larvaire et survie (Hutchings *et al.*, 2007) 5. Divergence morphologique (Marcil *et al.*, 2006a)	1. Croissance larvaire et survie (Hutchings *et al.*, 2007) 2. Divergence morphologique (Marcil *et al.*, 2006a) 3. Six locus microsatellites (Bentzen *et al.*, 1996) 4. Dix-sept locus de polymorphisme de restriction (RFLP) (Pogson *et al.*, 1995) 5. Dix locus de polymorphisme de restriction (RFLP) (Pogson *et al.*, 2001) 6. Six locus microsatellites (Ruzzante *et al.*, 2000) 7. Influence de la lumière sur la survie et la croissance (Puvanendran et Brown, 1998).	1. Cinq locus microsatellites (Ruzzante *et al.*, 1998) 2. Divergence morphologique (Marcil *et al.*, 2006a; idem, 2006b) 3. Polymorphisme mononucléotidique (n = 1 641) Bradbury *et al.*, soumis.
Nord laurentien	S.O.	1. Cinq locus microsatellites (Ruzzante *et al.*, 1998) 2. Divergence morphologique (Marcil *et al.*, 2006a)	1. Six locus microsatellites (Ruzzante *et al.*, 2000) 2. Cinq locus microsatellites (Ruzzante *et al.*, 1998) 3. Croissance larvaire et survie (Hutchings *et al.*, 2007) 4. Divergence morphologique (Marcil *et al.*, 2006a) 5. Polymorphisme mononucléotidique (n = 1 641) Bradbury *et al.*, soumis. 6. Taux de croissance larvaire (Purchase et Brown, 2000) et indice de conversion énergétique chez les juvéniles (Purchase et Brown, 2001)

Unité désignable	Nord laurentien	Sud laurentien	Sud
Sud laurentien	S.O.	S.O.	1. Cinq locus microsatellites (Ruzzante *et al.*, 1998) 2. Croissance larvaire et survie (Hutchings *et al.*, 2007) 3. Divergence morphologique (Marcil *et al.*, 2006a) 4. Polymorphisme mononucléotidique (n = 1 641) Bradbury *et al.*, soumis.

RÉPARTITION

Aire de répartition mondiale

La morue franche occupe toutes les eaux couvrant les plates-formes continentales de l'océan Atlantique Nord-Ouest et Nord-Est. Dans l'ouest, on trouve cette espèce depuis les eaux situées juste au sud du banc Georges jusqu'à la Terre de Baffin, au Nunavut (Canada) (figure 2). Dans l'Atlantique Nord-Est, elle est présente dans la mer du Nord, la mer de Norvège et jusque dans la mer de Barents, qui baigne les côtes de la Norvège et du nord de la Russie. Elle abonde aussi dans le Skaggerak et le Kattegak, qui forment le détroit séparant la péninsule scandinave du Danemark, et dans les parties méridionales de la mer Baltique. À l'échelle mondiale, sa répartition historique diffère probablement relativement peu de sa répartition actuelle (Bigg *et al.*, 2007).

Aire de répartition canadienne

Au Canada, la morue franche occupe un territoire continu le long de la côte est, au sud à partir du banc Georges et de la baie de Fundy, puis en remontant le long de la plate-forme néo-écossaise, dans tout le golfe du Saint-Laurent, autour de l'île de Terre-Neuve, et enfin le long de la côte est du Labrador et de la Terre de Baffin, au Nunavut (figures 2, 6 et 7). Il existe également 3 populations dulcicoles de morue franche sur la Terre de Baffin (McLaren, 1967; Patriquin, 1967; Hardie *et al.*, 2006; idem, 2008). Hors des eaux canadiennes, on trouve la morue franche sur les pointes nord-est et sud-est du Grand Banc ainsi que sur le Bonnet flamand, immédiatement au nord-est de ce dernier.

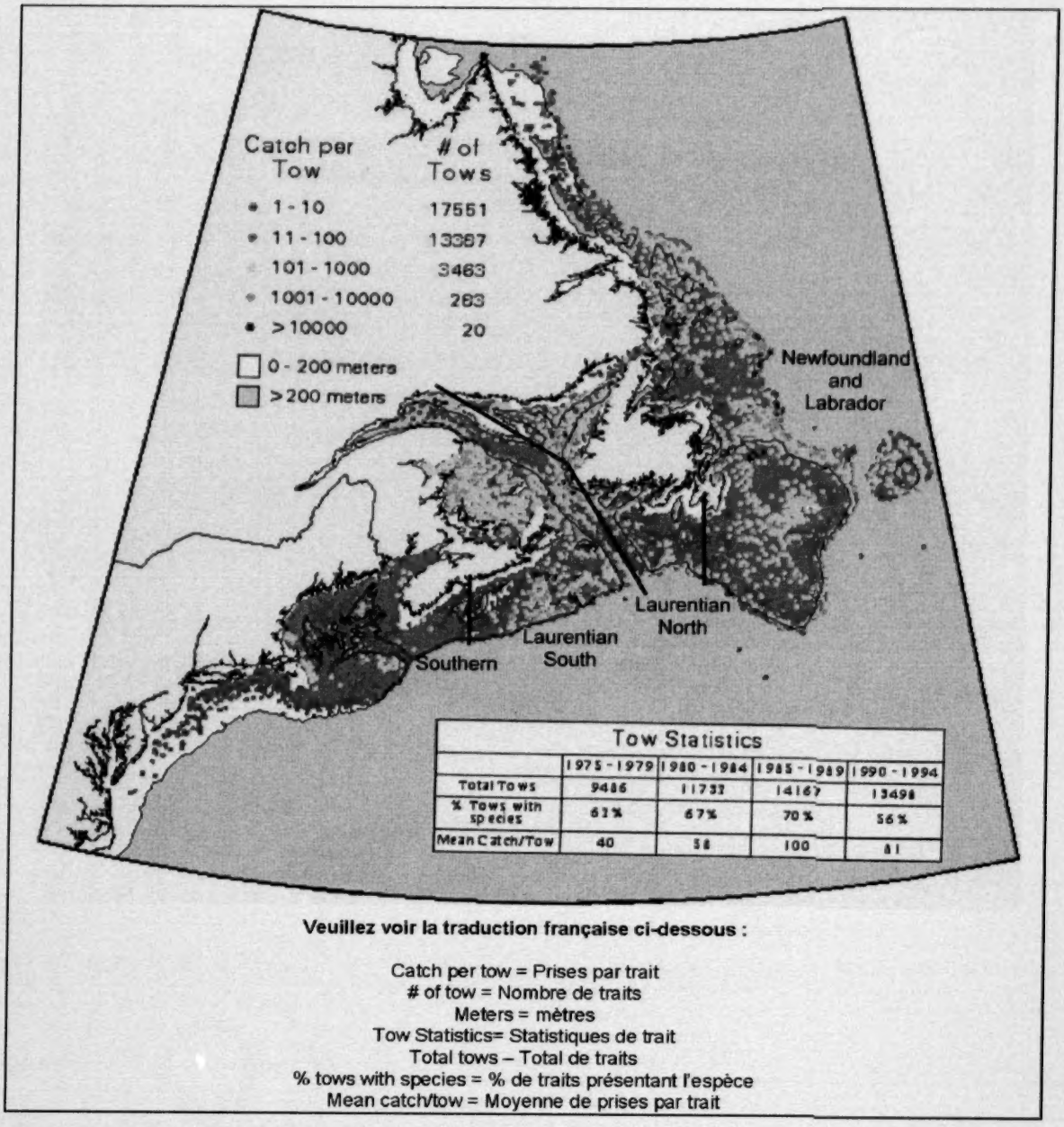
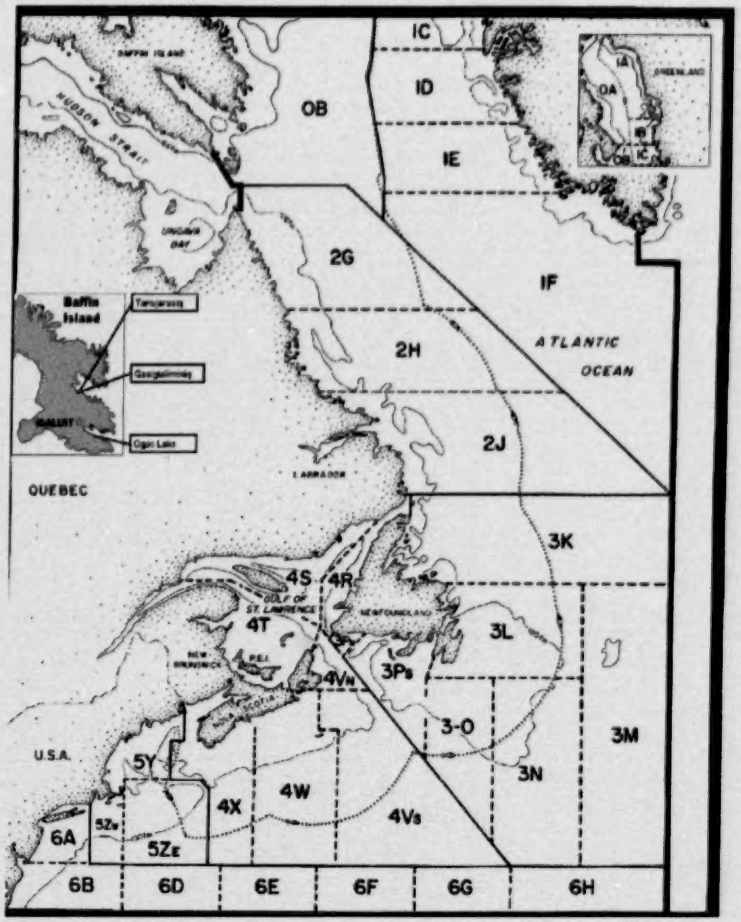


Figure 6. Répartition de la morue franche en Amérique du Nord, de la pointe méridionale de l'aire de l'espèce jusqu'au nord du Labrador, d'après des relevés indépendants des pêches effectués par le ministère des Pêches et des Océans du Canada et le National Marine Fisheries Service des États-Unis. Les points représentent les données sur les taux de capture des relevés de 1975 à 1994. Les traits continus indiquent les frontières de l'unité désignable. Les unités désignables de l'Arctique ne sont pas présentées.



Veuillez voir la traduction française ci-dessous :

U.S.A = États-Unis
New Brunswick = Nouveau-Brunswick
Nova Scotia = Nouvelle-Écosse
Newfoundland = Terre-Neuve
Gulf of St Lawrence = Golfe du Saint-Laurent
Atlantic Ocean = Océan Atlantique
Greenland = Groenland
Baffin Island = Île de Baffin
Ungava Bay = Baie d'Ungava
Ogac Lake = Lac Ogac
Hudson Strait = Détroit d'Hudson

Figure 7. Carte des divisions de l'OPANO (Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest) utilisées pour identifier les stocks de morues franches gérés par l'OPANO et Pêches et Océans Canada. L'encadré inséré à la gauche de la carte montre l'emplacement des trois lacs arctiques constituant l'unité désignable des lacs arctiques. L'unité désignable des eaux marines de l'Arctique comprend les divisions 0A et 0B de l'OPANO. L'unité désignable de Terre-Neuve-et-Labrador comprend les divisions 2GHJ et 3KLNO de l'OPANO. L'unité désignable du Nord laurentien comprend les divisions 3P et 4RS de l'OPANO. L'unité désignable du Sud laurentien comprend la division 4TVW de l'OPANO. L'unité désignable du Sud comprend la division 4X de l'OPANO et la portion canadienne des divisions 5Y et 5Z de l'OPANO.

Outre ces habitats extracôtiers (dont la profondeur est généralement inférieure à 500 mètres), la morue franche vit également dans toutes les eaux côtières et littorales du Canada atlantique. Le groupe le mieux étudié est probablement la petite population résidente de la baie Gilbert, dans le Sud du Labrador (Green et Wroblewski, 2000; Morris et Green, 2002), population qui est géographiquement et génétiquement distincte des morues occupant les eaux du large dans la même région (Ruzzante *et al.*, 2000; Beacham *et al.*, 2002). On observe un scénario d'isolement semblable à Holyrood Pond (Terre-Neuve) (Bradbury *et al.*, 2009). D'après le savoir écologique local, recueilli grâce à des entrevues menées auprès de pêcheurs par le MPO en collaboration avec la Fishermen and Scientists Research Society des Maritimes, il semble que les regroupements localisés de géniteurs le long du littoral de la Nouvelle-Écosse ont été moins nombreux à la fin des années 1990 qu'au cours des années antérieures.

La zone d'occurrence de la morue franche dans les eaux canadiennes est probablement de l'ordre de 1,1 million de kilomètres carrés, soit une superficie plus vaste que celle de l'Ontario et légèrement plus petite que celle du Québec. Cette zone d'occurrence est demeurée stable au cours des 4 dernières décennies (et même plus) ou a diminué. Les sections qui suivent présentent des estimations de la zone d'occurrence de chacune des UD.

HABITAT

Besoins en matière d'habitat

On connaît plutôt mal les besoins de la morue franche en matière d'habitat, mais, malgré la rareté des données, il est permis de penser qu'ils varient beaucoup selon l'âge. À part les données recueillies par observation de quelques morues *in situ*, les renseignements suivants proviennent d'échantillonnages effectués à divers stades biologiques, à différentes profondeurs et dans différents secteurs de l'océan. Par ailleurs, les exigences globales en matière d'habitat pourraient varier en fonction de l'étape de la vie migratoire de l'espèce qui semble être en corrélation avec l'abondance (Robichaud et Rose, 2004). Il est possible qu'il existe dans les baies côtières de petites populations résidentes non migratrices dont le cycle vital se déroulera entièrement dans une zone géographique restreinte (Bradbury *et al.*, 2008) et dont les besoins en matière d'habitat seront donc très différents de ceux des populations migratrices.

Pendant les premières semaines de sa vie, la morue vit à l'état d'œuf, puis de larve, dans la couche des 10 à 50 premiers mètres de l'océan. Les principaux facteurs influant sur la qualité de l'habitat durant ces premiers stades biologiques sont probablement la disponibilité des aliments et la température de l'eau (plus la température est basse, plus le temps de développement et la période pendant laquelle le poisson a une taille qui le rend très vulnérable à la prédation et à l'advection se prolongeront). Ainsi, les caractéristiques océanographiques qui retiennent et concentrent les œufs et les larves ainsi que les proies possibles joueront vraisemblablement un rôle important dans la survie de la morue aux premières étapes de sa vie (Bradbury *et al.*, 2000; idem, 2002; idem, 2008).

Les caractéristiques d'habitat les plus importantes pour la morue franche pourraient être celles qui sont nécessaires au stade juvénile, lorsque le poisson s'installe sur le fond pour les premières années de sa vie (de 1 à 4 ans). En effet, d'après plusieurs études, les morues juvéniles préfèrent un habitat hétérogène, composé notamment de structures verticales, (comme la zostère marine [*Zostera marina*]), dans les eaux littorales (voir par exemple Gotceitas *et al.*, 1995; idem, 1997; Tupper et Boutilier, 1995; Gregory et Anderson, 1997; Laurel *et al.*, 2003a; idem, 2003b; idem, 2004). D'après les résultats d'études par observation (Tupper et Boutilier, 1995) et de diverses manipulations expérimentales (Gotceitas *et al.*, 1995; Linehan *et al.*, 2001; Laurel *et al.*, 2003a, b), ce genre d'habitat semble avantageux pour les juvéniles car il réduit les risques de prédation et pourrait favoriser la croissance. Il est donc possible que d'autres types de milieux – par exemple, algues macroscopiques (Keats, 1990), galets (Gotceitas *et al.*, 1995; Tupper et Boutilier, 1995) et structures émergeant des eaux plus profondes (Lindholm *et al.*, 2007) jouent également un rôle important.

Dans les eaux du large, la structure physique du milieu devrait aussi logiquement influer sur la mortalité par prédation chez les juvéniles. Par exemple, une bande vidéo enregistrée en août 2001 à bord d'un submersible à l'occasion d'un relevé dans les eaux profondes du talus continental au sud-ouest de la Nouvelle-Écosse a révélé la présence de morues juvéniles dans les vastes bancs de coraux des grands fonds de la région (comm. pers., Anna Metaxas, département d'océanographie, Université Dalhousie, Halifax [Nouvelle-Écosse]).

À mesure que la morue avance en âge, ses besoins en matière d'habitat semblent se diversifier de plus en plus. En fait, on ignore si la morue âgée a des exigences particulières sur le plan de la profondeur ou du substrat. Les principaux facteurs ayant une incidence sur sa répartition et son habitat sont probablement la température de l'eau et l'approvisionnement en nourriture. En général, la morue semble éviter les basses températures, mais de toute évidence, ce qui est froid pour la morue d'une région ne l'est pas nécessairement pour celle d'une autre région. Par exemple, on croit en général que la morue migre hors du sud du golfe du Saint-Laurent à l'automne pour fuir les eaux froides de l'hiver (Campana *et al.*, 1999). Pourtant, les morues de l'est de Terre-Neuve, notamment celles qui passent l'hiver dans les eaux littorales, vivent dans des eaux dont la température descend sous zéro (Goddard *et al.*, 1999). L'explication la

plus plausible de ces apparentes différences de tolérance à la température de l'eau tient peut-être au fait que les morues de régions différentes sont adaptées à leur environnement local. Cette conclusion est d'ailleurs corroborée par des données indiquant que les morues de diverses régions de la côte de Terre-Neuve affichent des concentrations différentes de protéines antigel (voir la section **Physiologie** plus bas), adaptation physiologique qui influerait sur leur tolérance aux basses températures.

Sur le plan de la fraye, on ignore si la morue a des exigences particulières en matière d'habitat. Ce poisson fraye à des profondeurs variant de quelques dizaines (Smedbol et Wroblewski, 1997; Morris et Green, 2002) à des centaines de mètres (Hutchings *et al.*, 1993; Bradbury *et al.*, 2000; idem, 2008). Dans les eaux canadiennes, on sait que la morue franche fraye partout dans les eaux côtières, littorales et extracôtières (McKenzie, 1940; Scott et Scott, 1988; Hutchings *et al.*, 1993; Morgan et Trippel, 1996), observation qui a été corroborée par les pêcheurs (Neis *et al.*, 1999). La morue semble frayer sur le fond (Morgan et Trippel, 1996; Hutchings *et al.*, 1999), mais cela pourrait tenir davantage à son mode d'accouplement (de type lek, selon l'hypothèse de Hutchings *et al.*, 1999; Nordeide et Folstad, 2000; Windle et Rose, 2007) qu'à de quelconques exigences d'ordre physique pertinentes pour la progéniture, étant donné que l'espèce ne construit pas de nid et n'assure aucun soin à sa progéniture. Le facteur le plus propice à la survie de la progéniture est peut-être la présence de propriétés d'océanographie physique (p. ex., les courants) qui entraînent les œufs flottants et les empêchent de se disperser dans des eaux qui conviennent peu aux larves (p. ex. les eaux situées au large de la plate-forme continentale). Il est très peu probable que l'habitat de reproduction soit un facteur limitatif pour la morue franche.

La caractéristique d'habitat la plus susceptible d'être un facteur potentiellement limitatif pour la morue franche pourrait donc être la présence de structures verticales tridimensionnelles – p. ex., plantes, pierres, topographie du fond et coraux. En effet, en plus d'offrir une protection contre les prédateurs, ce genre d'hétérogénéité physique sert aussi presque certainement d'habitat aux petits poissons et invertébrés dont peuvent se nourrir les morues juvéniles.

Tendances en matière d'habitat

Si la structure physique (notamment les plantes, la topographie du fond et les coraux) a une importance capitale pour la survie des jeunes morues, la quantité d'habitat disponible aujourd'hui pour l'espèce pourrait être moindre qu'il y a quelques décennies dans certaines parties de son aire de répartition. La pratique répétée du chalutage dans une région donnée tend à lisser et à niveler le fond, ce qui en réduit l'hétérogénéité verticale et physique (Collie *et al.*, 1997; idem, 2000; Kaiser et de Groot, 2000). La réduction de l'hétérogénéité physique du fond depuis les années 1960 peut être attribuée à l'utilisation accrue du chalut de fond pour capturer les poissons de fond comme la morue, l'aiglefin, la goberge et plusieurs espèces de poissons plats. Une autre conséquence du chalutage sur le fond et, dans une mesure beaucoup moindre, de la pêche à la palangre est la destruction des coraux de grands fonds au large de la Nouvelle-Écosse (phénomène signalé pour la première fois et bien

documenté par les pêcheurs) (Mortensen *et al.*, 2005). Il se pourrait que les secteurs physiquement hétérogènes fréquentés par les morues juvéniles n'aient pas fait l'objet d'un chalutage intensif là où il y a des risques de bris ou de perte d'engins, mais aucune étude n'a jamais été faite pour évaluer l'incidence du chalutage sur la quantité et la qualité de l'habitat des morues juvéniles. Les activités de chalutage ont été sensiblement réduites dans plusieurs régions depuis l'effondrement des populations de poissons de fond au début des années 1990. Outre les effets du chalutage, la découverte récente de la présence du crabe européen (*Carcinus maenas*) dans la baie Placentia, à Terre-Neuve, et leurs incidences négatives bien connues sur les herbiers à zostères (voir par exemple Davis *et al.*, 2002), pourrait faire peser une menace importante sur l'habitat des morues juvéniles et sur leur survie. L'ampleur de la menace que présente le crabe européen pour l'habitat des morues juvéniles reste toutefois inconnue et nécessite de plus amples recherches.

BIOLOGIE

Généralités

Bien que l'on pêche la morue depuis plus de 500 ans dans les eaux canadiennes, nous connaissons encore très mal de nombreux éléments fondamentaux de la biologie et de l'écologie de l'espèce. On sait toutefois qu'après l'éclosion, période qui s'étend sur environ 60 degrés-jours, les larves se nourrissent à même le vitellus pendant quelques jours. Pendant le stade larvaire, les jeunes se nourrissent de phytoplancton et de petit zooplancton dans les 10 à 50 premiers mètres de la colonne d'eau. Après quelques semaines, ils s'installent sur le fond, où ils semblent demeurer pendant 1 à 4 ans dans la presque totalité de l'aire de répartition canadienne. On sait que ces aires d'établissement se situent entre les eaux littorales très peu profondes (< 10 à 30 m) et les eaux modérément profondes des bancs du large (de 50 à 150 m) et qu'elles offrent presque certainement aux larves et aux juvéniles une protection contre les prédateurs en plus de leur procurer de quoi se nourrir. Après cette période d'établissement, on pense que les morues amorcent les déplacements (apparemment sans direction précise dans les eaux littorales) et les migrations (déplacements dirigés vers et depuis des endroits particuliers hautement prévisibles) souvent saisonniers caractéristiques des adultes (voir par exemple Cote *et al.*, 2001; idem, 2004).

Reproduction : variation du cycle vital

Le cycle vital de la morue varie considérablement (Myers *et al.*, 1996; McIntyre et Hutchings, 2003, Olsen *et al.*, 2005; idem, 2008). La plupart de ses caractéristiques – par exemple, l'âge et la taille à la maturité, la longévité et la fécondité selon la taille – diffèrent énormément d'une population à l'autre; d'autres par contre, comme la taille des œufs, semblent être similaires dans toute l'aire de répartition de l'espèce. Comme c'est le cas pour la plupart des organismes à croissance indéterminée (ceux qui continuent de croître après avoir atteint la maturité), la fécondité (le nombre d'œufs par femelle par saison de reproduction) augmente en fonction de la taille corporelle. Chez les morues,

comme chez la majorité des poissons, le nombre d'œufs par femelle augmente en général d'une manière exponentielle en fonction de la masse corporelle. À un âge donné, la taille corporelle est fonction du taux de croissance, paramètre qui varie énormément entre les populations de morue (relativement faible dans le nord, élevé dans le sud). Par contre, le taux de croissance est fonction de la température, de l'apport nutritif, de la densité et de la proportion d'énergie consacrée à la reproduction.

Dans les eaux relativement chaudes de l'extrémité sud de l'aire de répartition canadienne (banc Georges, au large de l'État du Maine) et de la baie de Fundy, la morue atteint généralement la maturité entre l'âge de 2 et 3 ans (Trippel *et al.*, 1997; McIntyre et Hutchings, 2003). Par contre, sur la plate-forme du nord-est de Terre-Neuve, à l'est du Labrador et dans la mer de Barents, elle ne l'atteint habituellement qu'entre 5 et 7 ans (Myers *et al.*, 1997b; Smedbol *et al.*, 2002). Ces différences d'âge à la maturité se traduisent par des variations dans la durée d'une génération. Il faut toutefois être conscient, lorsqu'on donne une estimation de la durée d'une génération, que cette durée a presque certainement changée avec le temps chez la morue franche, phénomène que l'on peut attribuer à la baisse apparente de l'âge à la maturité dans certaines populations (Trippel *et al.*, 1997; Olsen *et al.*, 2004; idem, 2005) et à une diminution de la longévité. Ainsi, on estime qu'au début des années 1960, plus de 50 % des œufs produits par le stock de morue du nord de Terre-Neuve étaient pondus par des femelles de 10 ans ou plus (Hutchings et Myers, 1994) alors qu'à la fin des années 1980, cette proportion était inférieure à 10 %. À la fin des années 1990, aucune morue de plus de 10 ans n'a été capturée dans le cadre des relevés du stock de morue du Nord effectués par le MPO (Lilly *et al.*, 2001), et en 2007, les femelles de cette classe d'âge étaient toujours très rares (< 0,01 % des individus prélevés; Worcester *et al.*, 2009).

La taille à la maturité peut également varier beaucoup selon les populations. En moyenne, elle varie généralement entre 45 et 55 cm. Ces dernières années, toutefois, on a signalé des tailles inférieures chez les morues de l'est de la plate-forme néo-écossaise (de 33 à 37 cm; Paul Fanning, MPO, Bedford [Nouvelle-Écosse], comm. pers.) et chez les morues de la population génétiquement isolée de la baie Gilbert, au Labrador (de 31 à 42 cm; Morris et Green, 2002). Le nombre d'œufs produits par une femelle au cours d'une même saison de reproduction varie en général de 300 000 à 500 000 (à la maturité) à plusieurs millions (chez les femelles dont la taille dépasse 75 cm). D'après des données récentes, la fécondité selon la taille – c'est-à-dire le nombre d'œufs produits par unité de masse corporelle – diffère beaucoup selon les populations de morue de l'Atlantique Nord-Ouest ainsi que dans le temps au sein de ces populations (McIntyre et Hutchings, 2003; Fudge et Rose, 2008).

Reproduction : comportement de fraye

La morue franche fraye en général sur une période de moins de 3 mois (Brander, 1994; Chambers et Waiwood, 1996; Kjesbu *et al.*, 1996), dans des eaux dont la profondeur peut varier de quelques dizaines (Smedbol et Wroblewski, 1997) à des centaines de mètres (Brander, 1994; Morgan *et al.*, 1997). Néanmoins, on peut trouver

des œufs récemment pondus dans les eaux du large de Terre-Neuve d'avril à octobre, et le rétrocalcul de la date de la fraye à partir d'otolites de juvéniles donne à conclure que la fraye peut souvent s'étendre sur de longues périodes (Pinsent et Methven, 1997; Bradbury *et al.*, 2001). On a supposé que les morues frayent tous les ans, mais beaucoup d'observations donnent à penser qu'une proportion non négligeable d'individus (environ 18 %) ne frayent pas tous les ans, et cette proportion pourrait varier selon la région et les conditions ambiantes (de 1 à 33 %; Rideout *et al.*, 2006). Comme on a observé que la femelle ne pond que de 5 à 25 % de ses œufs à la fois au cours d'une période de fraye donnée, on considère la morue franche comme une espèce à ponte fractionnée (Chambers et Waiwood, 1996; Kjesbu *et al.*, 1996). Chez les femelles en captivité, les intervalles de fraye semblent durer en général de 2 à 6 jours (Kjesbu, 1989; Chambers et Waiwood, 1996; Kjesbu *et al.*, 1996).

Le succès reproducteur de la morue franche dépend d'un ensemble complexe de comportements chez les poissons de chaque sexe et d'interactions entre les sexes (Brawn, 1961; Hutchings *et al.*, 1999). Le comportement des morues immédiatement avant l'expulsion du sperme et des œufs a été décrit pour la première fois au XIX^{e} siècle, dans des écloseries de morues franches de Terre-Neuve (Templeman, 1958) et de Norvège (Dannevig, 1930). Ces observations et celles de Brawn (1961) font état d'un « accouplement ventral » au cours duquel le mâle saisit la femelle à l'aide de ses nageoires pelviennes, ajuste sa vitesse et se maintient sous la femelle de façon que leurs orifices urogénitaux se trouvent vis-à-vis l'un de l'autre. Le mâle reproducteur semble établir une hiérarchie de dominance dans laquelle le rang est déterminé par des interactions agressives, notamment des poursuites entre les mâles, et peut-être aussi par la taille corporelle, les individus les plus gros dominant souvent les autres. Les interactions agonistes qui se poursuivent pendant toute la saison de fraye pourraient permettre aux mâles du haut de l'échelle de défendre des territoires. D'après certaines données génétiques limitées, le succès de la fécondation par le mâle augmenterait avec la taille corporelle ou la dominance comportementale de celui-ci (Hutchings *et al.*, 1999), les œufs pourraient être fécondés par plusieurs mâles au cours d'un même épisode reproducteur (Hutchings *et al.*, 1999; Rakitin *et al.*, 2001), et le succès reproducteur augmenterait en fonction du nombre de mâles participants (Rowe *et al.*, 2004). Hutchings *et al.* (1999) ont émis l'hypothèse que les femelles pourraient choisir les mâles en fonction des sons que ceux-ci produisent durant la fraye (Brawn, 1961; Hawkins et Amorim, 2000; Nordeide et Folstad, 2000). Chez la morue, la communication acoustique est en effet facilitée par la présence de muscles percussifs dont les vibrations rapides contre la vessie natatoire permettent de produire des sons de basses fréquences audibles pour les autres morues. Il semble désormais clair que le succès reproducteur des mâles est lié à leur taille (Rowe et Hutchings, 2006; Rowe *et al.*, 2007; idem, 2008), et les sons qu'ils produisent pourraient renseigner les femelles à ce sujet. On a en effet observé l'existence d'une corrélation entre la masse des muscles percussifs et la taille corporelle des mâles, et cette masse augmente pendant la saison de fraye (Rowe *et al.*, 2004; idem, 2008).

Survie

La forte fécondité de la morue franche (de quelques centaines de milliers à plusieurs millions d'œufs par femelle par saison de reproduction) constitue une stratégie qui lui évite d'avoir à veiller sur sa progéniture et à protéger un nid; elle se contente d'expulser ses œufs directement dans la colonne d'eau sans leur apporter par la suite le moindre soin. Cette stratégie qui met l'accent sur la production d'œufs plutôt que sur la taille de ces derniers a été interprétée comme une réponse adaptative à des milieux dans lesquels la taille des œufs ne confère aucun avantage intergénérationnel constant pour la survie au cours des premiers stades biologiques (Hutchings, 1997). En se fondant sur des estimations de la fécondité, du poids selon l'âge et de l'abondance selon l'âge chez la morue du Nord, Hutchings (1999) a estimé que la survie, depuis la naissance jusqu'à l'âge de 3 ans, s'établissait en moyenne à $1{,}13 \times 10^{-6}$, soit environ 1 sur 1 million, pour les cohortes de morues nées entre 1962 et 1988. Entre l'âge auquel la morue devient vulnérable (recrutement) à la pêche commerciale (entre 1 et 3 ans pour les stocks canadiens, les poissons étant capturés à un plus jeune âge dans le sud) et l'âge où elle meurt, la probabilité de mortalité annuelle, indépendamment de l'âge et de la taille, a été estimée à 18 % (Pinhorn, 1975). Toutefois, des données récentes tirées d'analyses de l'âge des prises et des programmes de marquage donnent à penser que les valeurs de la mortalité totale (Z) seraient plus élevées dans plusieurs stocks de morues canadiennes (Worcester *et al.*, 2009). Les estimations de la valeur de Z obtenues dans le cas d'analyses récentes de l'âge des prises pour les stocks canadiens varient de 0,35 à 1,42, ce qui correspond à des pertes annuelles variant entre 30 et 76 % selon la région (voir tableau A2). En fait, dans beaucoup de régions où la pression de pêche est négligeable, on obtient malgré tout des valeurs de Z élevées (> 0,70), trahissant un taux de mortalité naturelle anormalement élevé.

Avant la fermeture de la pêche dirigée ou ciblée dans la plupart des zones de pêche au début des années 1990 (juillet 1992 pour la morue du Nord; janvier 1994 pour la morue du nord du golfe; septembre 1993 pour tous les autres stocks sauf ceux de l'ouest de la plate-forme néo-écossaise et de la baie de Fundy et ceux du banc Georges, où la pêche n'a jamais été interdite), la pêche a été la principale cause de mortalité chez la morue franche. On estime que les pêcheurs auraient récolté chaque année plus de 70 % des morues capturables du nord de Terre-Neuve à la fin des années 1980 et au début des années 1990 (Baird *et al.*, 1992; Hutchings et Myers, 1994). La pêche demeure une des principales causes de mortalité dans certaines portions des UD de Terre-Neuve-et-Labrador, du Nord laurentien et du Sud (Worcester *et al.*, 2009). Dans certaines régions (est de la plate-forme néo-écossaise et sud du golfe du Saint-Laurent), la plus grande partie de la mortalité, tous stades biologiques confondus, peut être attribuée à des facteurs naturels (p. ex., prédation par les poissons, les mammifères marins, les invertébrés et les oiseaux (Bundy *et al.*, 2000; MPO, 2009e). La pêche n'en reste pas moins une importante cause de mortalité dans de nombreuses régions, conséquence des quotas de pêche dirigée et des prises accessoires (Shelton *et al.*, 2006; Worcester *et al.*, 2009). Le maintien de la pression de pêche a sans aucun doute eu pour effet de retarder ou d'empêcher le rétablissement de certaines populations de morues (Shelton *et al.*, 2006; Worcester *et al.*, 2009), ce

qui montre de toute évidence que même de faibles quotas peuvent avoir une incidence négative sur les stocks de poissons lorsque ceux-ci ont atteint un plancher historique (voir FACTEURS LIMITATIFS ET MENACES).

Physiologie

Sur le plan physiologique, la température de l'eau est probablement la variable environnementale qui a le plus d'importance pour la morue franche. Selon certains, la morue évite activement les eaux dont elle trouve la température trop basse. C'est par exemple ce comportement que l'on invoque au premier chef pour expliquer la migration automnale de la morue qui quitte le sud du golfe du Saint-Laurent pour les eaux du nord-est du Cap-Breton (Campana *et al.*, 1999). Des données empiriques sérieuses permettent par ailleurs de penser que le choix de la température par les morues dépendrait de la densité de la population, la température optimale pour sa croissance diminuant en fonction de la diminution des apports alimentaires (Swain et Kramer, 1995).

Bien que les morues fréquentent habituellement des eaux dont la température annuelle moyenne varie entre 2 et 11 °C (Brander, 1994), il est évident que celles de certaines zones du large de Terre-Neuve arrivent à tolérer des températures beaucoup plus basses, de l'ordre de -1,5 °C (Goddard *et al.*, 1999). Ces températures sont inférieures à celles auxquelles se forment des cristaux de glace dans le sang (de -0,5 à -0,8 °C). Pour supporter des températures aussi froides tout en évitant la formation de cristaux de glace dans leur sang, ces morues produisent des protéines ou glycoprotéines plasmatiques antigel qui augmentent leur résistance au froid. Fait intéressant à souligner, il semble y avoir un effet de taille et/ou d'âge sur la capacité de la morue à tolérer des eaux dont la température est inférieure au point de congélation. Par exemple, Goddard et Fletcher (1994) signalent que les jeunes morues (de 10 à 40 cm) produisent environ deux fois plus de protéines antigel que les adultes.

Certaines des données qui illustrent le mieux ce phénomène d'adaptation de la morue franche aux environnements locaux (à des échelles beaucoup plus petites que les divisions de l'OPANO) sont d'ordre physiologique. Dans le cadre d'une expérience dans laquelle tous les individus étaient élevés dans des conditions environnementales semblables (expérience en « jardin commun »), Goddard *et al.*, (1999) ont observé que les morues juvéniles du secteur situé le plus au nord de la division 3K (péninsule Great Northern de Terre-Neuve) affichaient des concentrations de protéines antigel supérieures d'environ 50 % à celles observées chez les morues trouvées plus au sud, dans les baies Notre-Dame, Trinité et Conception. Les auteurs ont attribué ces différences physiologiques dans la production d'antigel à des différences dans les températures de l'eau où vit cette population en hiver. La détection récente des polymorphismes de l'ADN par la méthode du criblage du génome vient corroborer l'hypothèse d'un fondement physiologique de cette adaptation au froid. Bradbury *et al.* (soumis) ont détecté par criblage 1 640 polymorphismes à partir de séquences exprimées d'ADN et montré l'existence d'une corrélation étroite entre certains gènes et la température ambiante chez l'ensemble des espèces laissant constater des tendances

parallèles de part et d'autre de l'Atlantique. Les variations spatiales de ces gènes laissent conclure à l'existence de différences adaptatives à des échelles d'environ 500 km, corroborant ainsi les conclusions des expériences en jardin commun réalisées précédemment. Toutefois, Anderson *et al.* (2009) font état de tendances semblables après avoir examiné chez la morue 2 polymorphismes de l'hémoglobine qui influent sur les propriétés de liaison à l'oxygène dépendantes de la température, et montrent l'existence d'une variation spatiale liée à la température ambiante. Compte tenu des preuves solides de l'existence chez la morue d'une adaptation physiologique fondée sur la température, la possibilité d'une immigration contemporaine de populations venant de régions avoisinantes ou de zones soumises à des régimes thermiques différents (par exemple les côtes sud et nord de Terre-Neuve) et les effets négatifs que les changements climatiques risquent d'avoir sur les populations de morues devront faire l'objet de plus amples études.

Déplacements et dispersion

Il semble que les possibilités de dispersion de la morue franche soient les plus élevées aux stades biologiques de l'œuf et de la larve, durant lesquels les courants et la turbulence en surface et près de la surface sont les principaux déterminants des déplacements horizontaux et verticaux dans la colonne d'eau. Dans certaines populations, les œufs et les larves se dispersent sur de très longues distances. Par exemple, en se fondant sur les déplacements de bouées dérivantes suivies par satellite, Helbig *et al.* (1992) et Pepin et Helbig (1997) ont conclu que les œufs pondus dans les eaux du sud-est du Labrador (division 2J de l'OPANO) se dispersaient au sud jusqu'au Grand Banc. En revanche, les œufs pondus par les morues des eaux littorales et côtières, notamment à l'entrée des grandes baies, pourraient ne se disperser que sur quelques kilomètres ou moins (Bradbury *et al.*, 2000; idem, 2002; idem, 2008). Les inventaires d'œufs, de larves et de juvéniles effectués dans la baie Placentia, à Terre-Neuve, permettent de constater une nette réduction du nombre d'individus de tous les stades en fonction de la distance mesurée à partir de l'aire de ponte, ce qui donne à conclure que les distances de dispersion restent inférieures à 100 km dans le cas des œufs pélagiques et des larves (Bradbury *et al.*, 2008). Dans le cas des morues juvéniles établies, on a calculé des taux de dispersion de 17 % j^{-1} à partir d'un herbier à zostères d'environ 13 000 m^2 (Laurel *et al.*, 2004), et les calculs effectués par Tupper et Boutilier (1995) ont donné des taux de dispersion encore moindres pour les morues établies d'âge 0. Des études de télémétrie sonique réalisées par Cote *et al.* (2004) ont montré que le domaine vital des morues juvéniles âgées de 2 à 3 ans atteint en moyenne de 2 à 3 ha en été, et que la proportion des poissons ainsi suivis à la trace qui conservent cette aire de dispersion toute l'année pouvait atteindre jusqu'à 30 %.

Les déplacements saisonniers des morues matures peuvent souvent être attribués à des différences géographiques et saisonnières dans la température de l'eau, dans l'approvisionnement en nourriture et peut-être aussi dans les aires de fraye. Ainsi, certaines populations côtières effectueront des migrations extrêmement courtes, peut-être de l'ordre de quelques dizaines de kilomètres. En fait, les populations résidentes représentent 44 % de l'ensemble des populations de morues identifiées (Robichaud et

Rose, 2004). En revanche, d'autres populations migrent sur des centaines de kilomètres. Les migrations entreprises par les morues du sud du golfe du Saint-Laurent et par celles de la plate-forme du nord-est de Terre-Neuve sont de bons exemples de migrations saisonnières sur de longues distances. Les premières, qui passent l'hiver au large du nord-est du Cap-Breton, migrent dans le sud du golfe en avril, où elles passent l'été à se nourrir et à se reproduire avant de retourner vers les eaux profondes et relativement chaudes du Cap-Breton en novembre. Les secondes migrent en grand nombre au printemps depuis les eaux relativement chaudes du nord-est de la plate-forme néo-écossaise jusqu'aux eaux littorales, surtout pour s'y nourrir de capelans (*Mallotus villosus*), et retournent vers le large en automne.

Diverses sources de données permettent de déterminer les déplacements des morues franches – par exemple, expériences de marquage-recapture, analyses génétiques, étude des propriétés microchimiques des otolites, dénombrement des vertèbres. Entre 1954 et 1993, on a marqué puis relâché 205 422 morues dans les eaux de Terre-Neuve; 36 344 d'entre elles ont été recapturées par des pêcheurs (Taggart *et al.*, 1995). On a fait état de cas extrêmement rares (5 sur 36 344) de morues marquées dans les eaux de Terre-Neuve puis recapturées dans l'Atlantique Nord-Ouest, mais aucune recapture de ce type n'a été signalée depuis les années 1960 (Taggart *et al.*, 1995). En se fondant sur cet ensemble complet d'études de marquage et sur des études menées plus récemment (Hunt *et al.*, 1999; Brattey *et al.*, 2001b; Brattey *et al.*, 2008a), on peut conclure que, à une exception près, les morues sont en général recapturées dans l'aire de gestion de l'OPANO (voir la figure 7) où elles ont été marquées à l'origine. La seule zone dans laquelle les déplacements semblent relativement longs est celle qui englobe les divisions 3Ps, 3N, 3O et 3L de l'OPANO, le long de la côte sud-est de Terre-Neuve, y compris le Grand Banc. Toutefois, selon les résultats des études de marquage, les morues qui se déplacent de la division 3Ps à la division 3L se retrouvent uniquement dans le sud de cette division, et la répartition spatiale des marques récupérées laisse constater peu de cas de chevauchement entre les divisions. Par ailleurs, les études de télémétrie donnent à conclure que les morues restent très fidèles à leurs aires de reproduction année après année, et que les cas de migration sur de grandes distances pourraient être peu nombreux (Green et Wroblewski, 2000; Cote *et al.*, 2001; Windle et Rose, 2005; Brattey *et al.*, 2008a). Par exemple, Brattey *et al.* (2008a) ont mesuré des taux annuels de retour à l'aire de reproduction dans les baies Smith et Trinité variant de 65 à 100 %.

Peu importe la méthode utilisée, les estimations de la dispersion obtenues concordent avec l'hypothèse selon laquelle ces morues constituent des populations distinctes dans l'Atlantique Nord-Ouest (Bentzen *et al.*, 1996; Ruzzante *et al.*, 1998; Campana *et al.*, 1999; Beacham *et al.*, 2002; Bradbury *et al.*, sous presse). En fait, le consensus qui semble émerger de l'étude des données de marquage des adultes (figure 4A), de la différenciation génétique et de l'isolement géographique (figure 4C), des variations du cycle vital (figure 3) et de la corrélation démographique est qu'il existe des populations distinctes à des échelles spatiales inférieures à 500 km, ce qui porte à conclure à l'existence d'une limite à la dispersion effective de cette espèce. De plus, la présence d'obstacles physiques et les effets du transport hydrographique risquent

d'engendrer une structure d'échelle sensiblement plus petite et un isolement beaucoup plus grand, à l'exemple de ce qu'on observe dans la baie Gilbert ou dans les lacs de l'Arctique (voir par exemple Morris et Green, 2002; Hardie *et al.*, 2006).

Nutrition et relations interspécifiques

Les larves de morues se nourrissent principalement de zooplancton (copépodes et amphipodes), mais à mesure qu'elles grandissent, elles choisissent en général des proies de plus en plus grosses. Immédiatement après le stade larvaire, les morues se nourrissent surtout de petits crustacés, de mysidacés et d'euphausiacés. Dès que leur bouche est assez grande, elles commencent à se nourrir de poissons, y compris d'autres morues (Scott et Scott, 1988; Bogstad *et al.*, 1994). Parmi les poissons qu'on a déjà trouvés dans l'estomac des morues, on mentionne le capelan, le lançon d'Amérique (*Ammodytes americanus*), le hareng (*Clupea harengus*), des sébastes (*Sebastes* sp.), la morue polaire (*Boreogadus saida*), la tanche-tautogue (*Tautogolabrus adspersus*), le gaspareau (*Alosa pseudoharengus*), l'aiglefin (*Melanogrammus aeglefinus*), la plie rouge (*Pseudopleuronectes americanus*), le maquereau (*Scomber scombrus*), des stichées (*Lumpenus maculatus*, *Stichaeus punctatus* et *Ulvaria subbifurcata*), la capucette (*Menidia menidia*) et des chabots (*Cottus* sp.). En plus des poissons, les morues adultes consomment des calmars, des crabes, des crevettes, des moules, des myes, des buccins, des tuniciers, des cténaires, des ophiures, des clypéastres, des holothuries et des polychètes.

Malgré le petit nombre d'études sur la question, il est clair que la morue entre en concurrence avec d'autres espèces pour la nourriture, vu la grande variété des proies qu'elle consomme. Rien n'indique vraiment que la disponibilité des aliments soit un facteur limitatif ayant une incidence sur le rétablissement de cette espèce dans les eaux canadiennes, étant donné notamment le faible niveau historique d'abondance qui caractérise aujourd'hui cette espèce dans la plus grande partie de son aire de répartition. Toutefois, il est difficile de savoir dans quelle mesure l'abondance du capelan peut ou non ralentir le rétablissement des morues de l'UD de Terre-Neuve-et-Labrador. Des chercheurs (Rose et O'Driscoll, 2002) ont néanmoins formulé l'hypothèse que l'une des principales sources d'alimentation des morues adultes de cette UD (le capelan) pourrait être un facteur limitatif pour le rétablissement dans les régions du nord.

Comportement et adaptabilité

La morue franche est une espèce généraliste. Comme elle constitue certainement plusieurs unités évolutionnaires significatives au Canada (ce que reflètent jusqu'à un certain point les UD proposées ici), on peut raisonnablement prédire que les populations répondent de manière différente aux influences anthropiques, dont la plus évidente (et la mieux étudiée) est certainement la pêche. Cette différence peut se refléter dans les différentes réactions des populations à l'effondrement démographique et à la fermeture des pêches. Ainsi, malgré leur proximité et le nombre relativement grand d'échanges d'individus entre les deux populations (Worcester *et al.*, 2009), le

stock du banc Saint-Pierre, dans l'UD du Nord laurentien, s'est rétabli assez rapidement, tandis que la population adjacente de l'UD Terre-Neuve-et-Labrador a montré peu de signes de rétablissement au cours des dernières années (voir TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS ci-dessous).

Il paraît évident que les influences anthropiques risquent de provoquer chez la morue d'importants changements adaptatifs ou évolutionnaires. On peut d'ores et déjà citer divers exemples de régression de l'âge et de la taille à la maturité dans plusieurs stocks de morue qui sont liés à une réduction considérable des stocks (Olsen *et al.*, 2004; Hutchings, 2004). Outre la sélection fondée sur la taille ou le taux de croissance, il existe une possibilité de sélection importante liée aux effets du changement climatique. Bradbury *et al.* (soumis) ont examiné les preuves moléculaires d'une adaptation locale liée à la température à une échelle de 500 à 1 000 km sur l'ensemble de l'Atlantique Nord. Il est difficile de prévoir exactement comment les populations locales réagiront à de légers changements de la température des océans, mais la possibilité d'une sélection importante fondée sur la température dans les régions plus froides du nord paraît vraisemblable.

TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS

Les estimations de la taille de la portion reproductrice des populations de morue franche proviennent de deux sources. La première série de données provient de l'analyse de la population virtuelle (APV) fondée sur les statistiques de prises de la pêche commerciale, un indice de l'évolution de l'abondance de la population avec le temps, et diverses hypothèses concernant l'importance de la mortalité naturelle (non due à la pêche). L'APV fournit des estimations de la représentation proportionnelle des poissons matures en appliquant les valeurs de la proportion d'individus matures par groupe d'âge aux estimations du nombre d'individus vivants par groupe d'âge. Le deuxième moyen d'estimer la taille de la population reproductrice de morues franches est le recours aux taux de capture de morues en âge de se reproduire obtenus dans le cadre des relevés scientifiques annuels menés par le MPO du Canada. Toutes les données de relevés ont été transmises par le MPO et transformées pour assurer la cohérence de l'unité de mesure lorsque des changements étaient apportés aux engins de pêche (p. ex., lorsqu'on a commencé à utiliser le chalut Campelen).

Les tendances affichées par les populations ont été estimées à l'aide de l'APV et des résultats des relevés des navires de recherche (RNR). L'utilité première des estimations de l'abondance fournies par l'APV est de permettre le lissage des indices des relevés en atténuant les erreurs dues à l'effet de l'année et d'exprimer l'effectif de la composante reproductrice à l'aide des mêmes unités (nombre d'individus) pour chaque stock ou population. Leur principale faiblesse est de dépendre de l'exactitude des données sur les prises commerciales, mais en omettant de tenir compte des pratiques illégales de rejet et de fausses déclarations, et de dépendre de la fiabilité des estimations de la mortalité due à des causes naturelles. À l'heure actuelle, beaucoup de stocks n'ont toujours pas fait l'objet d'une APV acceptée ou valide. Les estimations de

l'effectif de la population reproductrice établies à partir des relevés scientifiques s'appuient sur un échantillonnage aléatoire stratifié qui cherche à prendre en compte l'aire géographique de chaque stock. Elles ne dépendent donc pas de la validité des hypothèses concernant la mortalité naturelle ni de l'exactitude des données de la pêche commerciale. Néanmoins, il risque d'exister des différences considérables entre les relevés en ce qui a trait à la capturabilité, c'est-à-dire la proportion de la population réelle effectivement représentée par l'indice établi. Cette divergence est causée par les différences du taux de couverture, l'effet de l'engin de pêche, l'effet du navire et les différences en ce qui a trait au comportement des poissons. La démarche adoptée ici tient compte des limites de chaque source de données; il convient par ailleurs de rappeler qu'on s'intéresse avant tout aux tendances à long terme de l'abondance de l'espèce.

Pour les tendances de population décrites ci-dessous, l'âge des poissons matures/reproducteurs de chaque UD était égal ou supérieur à 5,0 ans pour tous les stocks, exception faite de ceux de l'ouest de la plate-forme néo-écossaise et de la baie de Fundy (≥ 4,0 ans) et de ceux du banc Georges (≥ 3 ans). La durée d'une génération, telle qu'elle est habituellement calculée par le COSEPAC (2009), est l'âge moyen des parents de la cohorte courante. Toutefois, le COSEPAC note que dans le cas des espèces chez lesquelles la durée d'une génération varie en raison de la présence d'une menace, il faut estimer la durée correspondant à l'état préalable à la perturbation. La durée d'une génération a été calculée à l'aide de la formule suivante : âge à la première reproduction + $1/M$, où M désigne le taux instantané de mortalité due aux événements naturels, et où l'âge à la première reproduction est l'âge approximatif auquel 50 % des adultes sont matures. M semble être égal à 0,2 chez la morue non exploitée (Smedbol *et al.*, 2002). Le taux de déclin a été estimé à partir de la pente de régression linéaire du $\log_e$ de l'abondance (Nt) sur le temps (t, en années) conformément aux instructions du COSEPAC (2003). L'équation de régression qui en résulte est $\ln(N_t) = \alpha + \beta^*t$. Le pourcentage de déclin sur y ans peut se calculer comme $(1-\exp(\beta^*y))^*100$.

Le MPO a estimé de 2 façons la zone d'occupation pour chacun des stocks qu'il gère (Worcester *et al.*, 2009). La première, appelée superficie occupée pondérée en fonction du plan d'échantillonnage (design-weighted area of occupancy, ou DWAO), est celle qui se rapproche le plus de la définition utilisée par le COSEPAC. La seconde se définit comme la zone minimale contenant 95 % des morues, ou D_{95}. Ces 2 indices se fondent sur les données des relevés scientifiques indépendants de la pêche menés chaque année par le MPO. Étant donné qu'elles concordent avec la définition de la zone d'occupation proposée par le COSEPAC, les analyses des données DWAO sont celles auxquelles nous nous attarderons principalement. Le présent rapport de situation recommande que soient définies pour la morue franche les six UD décrites ci-dessous.

UD des lacs de l'Arctique

Les morues de cette UD habitent 3 lacs méromictiques (Ogac, Qasigialiminiq et Tariujarusiq) du sud de la Terre de Baffin (Hardie, 2007, Hardie *et al.*, 2008). Ces lacs se caractérisent par les obstacles physiques qui en limitent la connexion avec l'environnement côtier (Hardie, 2007), et leurs populations respectives sont donc très isolées au plan génétique, tant les unes par rapport aux autres que par rapport aux stocks marins (Hardie *et al.*, 2006). La mieux connue de ces populations lacustres vit dans le lac Ogac, lac salé méromictique qui ne reçoit des apports d'eau de mer que pendant les grandes marées estivales (McLaren, 1967; Patriquin, 1967). Les 3 lacs ne font pas l'objet d'évaluations régulières, mais un programme de marquage-recapture réalisé de 1957 à 1962 et une récente estimation de la taille de la population (2003-2004) effectuée dans le lac Ogac donnent à penser que le nombre de morues y a peu varié, s'établissant selon les estimations à 500 individus de plus de 60 cm et à 10 000 individus de plus de 25 cm (Hardie *et al.*, 2006; idem, 2008). Les données sur le cycle vital sont rares. Selon Hardie (2007), la taille correspondant à 50 % de maturité serait de 36 cm pour les mâles et de 42 cm pour les femelles, et l'âge à la maturité serait de 5 ans (Hardie, 2007, tableau 5.6). La taille maximale des morues capturées en 1965 dans le lac Ogac était de 144 cm, et en 2003, Hardie *et al.* (2008) ont fait état d'une longueur maximale de 133 cm. L'accroissement de la pression de la pêche sportive préoccupe les habitants de ces régions. Des études menées depuis les années 1960 ont fait ressortir la facilité extraordinaire avec laquelle on peut capturer un grand nombre de morues dans ces lacs. De plus, étant donné les différences génétiques importantes observées entre les populations de ces lacs et la rareté des échanges entre ces populations et entre chacune d'elles et l'environnement côtier, ces populations sont probablement très sensibles aux perturbations, et la possibilité d'une immigration à partir d'une localité voisine reste peu vraisemblable.

Indices (D'après Hardie *et al.*, 2008)	**Lac**		
	Ogac	**Qasigialiminiq**	**Tariujarusiq**
Abondance (kg hameçon-1 h-1)	2,5-57,0	1,5-5,0	0,5-5,0
LT moyenne (cm)	59	52	53
LT maximale (cm)	133	82	111
Moyenne de l'indice de Fulton	0,75	0,72	0,69
Taille de l'échantillon	103	106	92

UD des eaux marines de l'Arctique

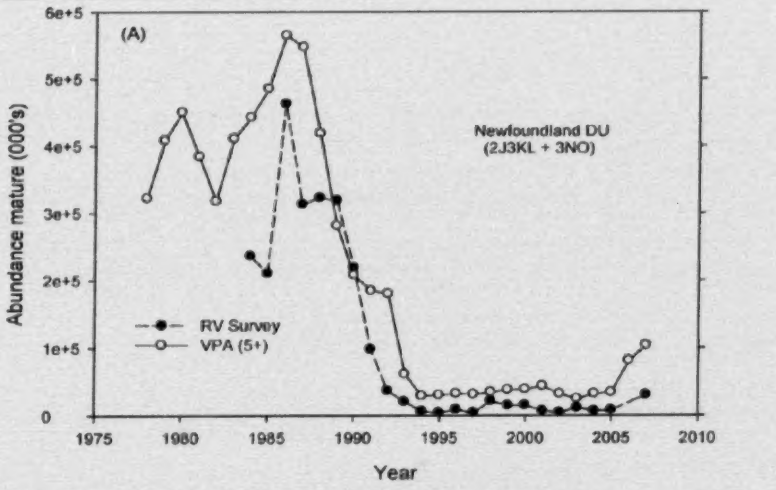
Les morues sont présentes dans les eaux marines de l'Arctique (divisions 0A, 0B de l'OPANO), mais on connaît peu de choses à leur sujet. Les relevés scientifiques sont peu fréquents dans ces divisions, et ceux qui ont été réalisés visaient habituellement les crevettes (*Pandalus sp.*) ou le flétan noir (*Reinhardtius hippoglossoides*). Le MPO a effectué des échantillonnages aléatoires stratifiés en profondeur dans la division 0A (1999, 2001, 2004 et 2006) et dans la division 0B (2000 et 2001). Dans la première, 16 morues seulement ont été capturées en 4 ans; dans la seconde, les 2 échantillonnages n'ont conduit qu'à 2 captures. Par ailleurs, la Northern Shrimp Research Foundation effectue depuis 2005 un inventaire de reconnaissance dont le taux de prises est lui aussi resté très bas (moyenne inférieure à 0,5 prise par trait de chalut et par relevé). Enfin, les rapports des observateurs – pêcheurs de crevettes – qui travaillent dans cette région font état de prises légèrement plus importantes pour la période 1984-2007, atteignant en moyenne 6,5 poissons par trait. Il convient toutefois de signaler que l'utilisation de la grille Nordmore n'est devenue obligatoire qu'à partir de 1997 et que les prises de morues étaient sensiblement plus élevées avant cette date. Au total, les pêcheurs de crevettes ont capturé moins de 1 000 kg de morue par année depuis 1998 (Worcester *et al.*, 2009). Le MPO a effectué une étude portant sur plusieurs espèces dans le détroit d'Hudson et dans la zone canadienne de pêche à la crevette 3 en 2007, et dans la division 0A en 2008, mais ces relevés n'ont permis de capturer que très peu de morues (MPO, données inédites).

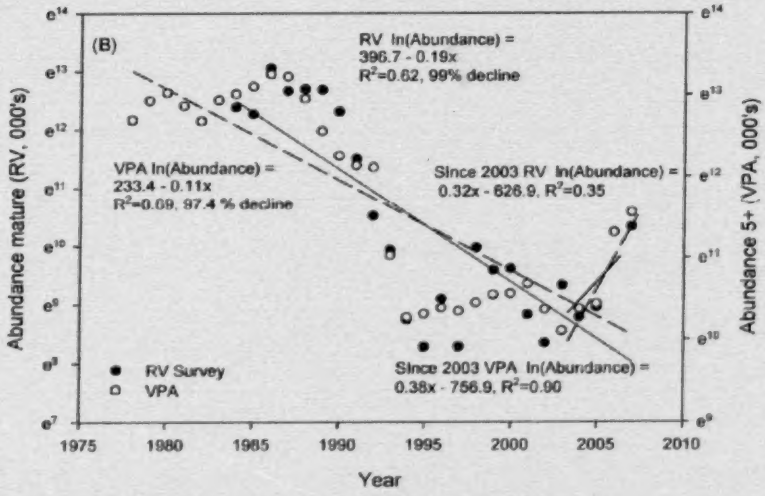
D'autres renseignements viennent confirmer que la morue franche n'est présente qu'à de très faibles densités dans les eaux marines de l'Arctique. L'Organisation de chasseurs et de trappeurs d'Iqaluit signale que la morue est absente de la baie Frobisher. La faible densité de morue dans les eaux marines de l'Arctique est confirmée par le rapport de McLaren (1967), qui signale qu'aucune morue n'a été capturée pendant les relevés de la baie Frobisher effectués dans les années 1950 à bord du NM *Calanus*. Compte tenu du peu de données spatiales dont nous disposons, nous connaissons encore mal la dynamique des stocks de morue marine arctique. Les morues des eaux extracôtières de la division 0A ont été capturées très proche de la limite de la division 1 et pourraient venir des stocks qui se trouvent dans les eaux du Groenland. Par ailleurs, celles capturées dans les eaux extracôtières de la division 0B pourraient provenir des stocks qui se trouvent dans la sous-zone 1 (Groenland) ou dans la sous-zone 2GH (Canada). Des données génétiques récentes portant sur la morue de la division 0A rapprochent clairement cette dernière des populations de l'est de l'Atlantique, et laissent deviner des affinités avec les morues de la sous-zone 1 et les stocks des eaux du Groenland et de l'Islande (Bradbury *et al.*, soumis).

Relevé	Engin	Superficie couverte (km^2)	Profondeur moyenne (m)	Moyenne des prises (nbr/trait) (% des stations avec morues)
2008 NSRF	Campelen	62,15	347,2	0,42 (17 %)
2007 NSRF	Campelen	60,07	345,0	0,33 (16 %)
2006 NSRF	Campelen	54,80	328,9	0,40 (12 %)
2005 NSRF	Campelen	61,30	349,7	0,09 (5 %)
2008 MPO 0A	Alfredo-03 / Cosmos 26	99,34	694,8	0,17 (5 %)
2007 MPO SFA3	Cosmos 26	35,60	309,9	0,02 (2 %)
2006 MPO 0A	Alfredo-03	49,95	841,37	0,32 (3 %)
Crevette 1984-2007	Chalut à crevettes	-	372	5,94

UD de Terre-Neuve-et-Labrador

Les morues de cette UD englobent les stocks identifiés aux fins de la gestion par le MPO comme : 1) la morue du nord du Labrador (divisions 2GH de l'OPANO); 2) la « morue du Nord », soit celle qu'on trouve dans les eaux du sud-est du Labrador, sur la plate-forme du nord-est de Terre-Neuve et sur la moitié nord du Grand Banc (divisions 2J3KL de l'OPANO; et 3) la morue du sud du Grand Banc (divisions 3NO de l'OPANO). Les tendances temporelles de l'abondance de chacun de ces stocks sont présentées séparément à l'ANNEXE 1. La durée d'une génération, calculée à partir de la moyenne de chacun des stocks qui la composent (ANNEXE 1), est estimée à 11,0 ans pour cette UD, ce qui donne une période de 33 ans pour 3 générations. Les données sur l'abondance représentent la somme des estimations de la taille de la population mature obtenues par APV et la somme de la portion de la population mature estimée à partir des relevés des navires de recherche (RNR) pour chacun des stocks qui composent cette population (voir à l'annexe 1 les calculs des estimations propres à des stocks particuliers). Ces données sont utilisées ici uniquement pour l'estimation du taux de déclin de la population sur 3 générations. Les estimations de l'abondance de la morue du Nord du Labrador sont rares, et ce stock n'est donc pas pris en compte dans les estimations des taux de déclin dans cette UD; les taux de déclin propres à ce stock particulier sont toutefois indiqués (figure A1). La figure 8 illustre les tendances affichées par le déclin sur 3 générations et les rapports y afférents.





Veuillez voir la traduction française ci-dessous :

Newfoundland DU = Unité de gestion de Terre-Neuve
Abundance mature (000's) = Abondance d'individus matures (en milliers)
RV Survey = Relevé du navire scientifique
VPA (5+) = AVP (5 ans et +)
Year = Année
RV ln(Abundance) = Relevés du navire scientifique (abondance)
decline = déclin
VPA ln(Abundance) = AVP (abondance)
Since 2003 RV ln(Abundance) = Relevés du navire scientifique depuis 2003 (abondance)
Abundance mature, RV, 000's) = Abondance d'individus matures (relevés du navire scientifique, en milliers)
Abundance 5+ (VPA, 000's) = Abondance d'individus âgés de 5 ans et plus (relevés du navire scientifique, en milliers)

Figure 8. Variation temporelle du nombre estimatif d'individus matures dans l'unité désignable de Terre-Neuve-et-Labrador (A). Les données pour la morue du Nord (2J3KL de l'OPANO) et la morue du sud du Grand Banc (3NO de l'OPANO) sont présentées à l'annexe 1. (B) Graphique représentant $\log_e$ (abondance, N_t) en fonction du temps (t, en années) pour l'unité désignable de Terre-Neuve-et-Labrador et estimation du taux de déclin sur trois générations. Les tendances de l'abondance depuis 2003 sont incluses à des fins de comparaison.

Depuis la fin des années 1990, les renseignements sur l'état de la majeure partie de l'UD de Terre-Neuve-et-Labrador (principalement les divisions 2J3KL de l'OPANO) sont présentés en 2 portions distinctes – hauturière et côtière – puisqu'il est devenu évident que ces régions se distinguent nettement sur le plan de la dynamique des populations (Worcester *et al.*, 2009). Les relevés scientifiques effectués par le MPO à l'aide d'un chalut de fond (Worcester *et al.*, 2009) et des relevés hydroacoustiques (Mello et Rose, 2008) ont permis d'établir les tendances de l'abondance et la situation des stocks au large, tandis que des relevés hydroacoustiques réalisés dans les baies Smith et Trinité par George Rose (Université Memorial de Terre-Neuve) depuis 1995 (Rose, 2003), et un inventaire des données fournies par les pêcheurs sur les taux de capture des pêches sentinelles parrainées par le MPO ont fourni des renseignements sur les tendances de l'abondance en zones côtières. Les estimations obtenues par relevé hydroacoustique de la biomasse de morue dans la baie Smith ont atteint un sommet d'environ 26 000 tonnes en 2001; elles sont passées à 18 000 t en 2004, sont restées stables entre 16 500 et 18 500 t en 2006, et sont passées à 14 000 t en 2007 et à 7 200 t en 2008, la valeur la plus basse de la série chronologique. Les faibles taux d'exploitation estimés par marquage et les taux élevés de survie estimés par télémétrie donnent à penser que le déclin n'est pas dû uniquement aux effets combinés de la pêche et de la mortalité naturelle, mais qu'il découle plus vraisemblablement du transfert d'une partie des morues hivernantes dans d'autres zones côtières ou vers le large (MPO, 2009a). Si on suppose que les morues pèsent en moyenne 2 kg, la biomasse estimée dans la baie Smith à l'hiver 2007 (14 000 t) équivaudrait à environ 7 millions d'individus, dont la plupart sembleraient matures. Des pêches sentinelles ont été effectuées par des entreprises de pêche provenant de diverses collectivités dans la zone côtière des divisions 2J, 3K et 3L à des moments divers au cours de l'été et de l'automne, à partir de 1995 (Lilly *et al.*, 2006; Maddock-Parsons et Stead, 2008). Les données de ces pêches sentinelles (effectuées à l'aide de filets à mailles de 5,5 po) laissent globalement conclure à une augmentation des taux de capture en zones côtières au cours des dernières années. Néanmoins, comparativement aux niveaux de l'abondance historique établis au large, la zone côtière ne représente qu'une très petite partie de l'UD totale, avec des valeurs maximales pour la baie Smith en 2001 représentant environ 1 % du total.

L'abondance en zones extracôtières est restée extrêmement faible au cours des dernières années, variant entre 21,8 et 75 millions de 1994 à 2003. Toutefois, les RNR et les relevés hydroacoustiques ont laissé constater une tendance à la hausse de 2003 à 2007 (figure 8). Il convient toutefois de noter que cette tendance concerne uniquement les divisions 2J3KL et qu'aucune augmentation n'a été observée dans les divisions 3NO. De plus, même si la valeur enregistrée pour 2007 est la plus élevée depuis 1992, l'indice d'abondance établi à partir des RNR pour la période 2005-2007 ne correspond qu'à environ 6-7 % de la moyenne des années 1980. Outre les RNR effectués par le MPO, un programme spécial de relevés hydroacoustiques et de relevés par chalut de fond a été réalisé au large de Terre-Neuve au cours de l'hiver 2007 (Mello et Rose, 2008). Les morues se concentraient particulièrement dans le corridor Bonavista (3KL) et dans le chenal Hawke (2J). Les échantillons prélevés à ces endroits étaient composés principalement d'individus immatures. Les estimations

de la biomasse (obtenues à partir de données acoustiques) effectuées dans les zones étudiées s'établissaient à environ 2 600 t (3L), 4 000 t (2J) et 17 000 t (3K), pour un total de 23 600 t. Il n'y a pas eu d'augmentation correspondante en zones côtières. En fait, comme il est mentionné ci-dessus, l'abondance dans ces zones paraît en déclin.

Le déclin sur 3 générations calculé dans l'UD de Terre-Neuve-et-Labrador pour la composante hauturière du stock à partir des données de l'APV et des RNR a atteint respectivement 97 et 99 % (figure 8). On trouvera les détails et les données propres au stock à l'annexe 1. Il convient par ailleurs de souligner que malgré les augmentations récentes observées dans les divisions 2J3KL, les taux de déclin sont demeurés les mêmes comparativement aux estimations de 2003 (voir tableau A1). De plus, des évaluations récentes effectuées dans les divisions 2K3KL et 3NO montrent que les stocks y sont très en dessous du seuil critique de viabilité.

Âge à la maturité	Durée d'une génération (a)	Source des données	Type de données	Période de temps	Taux de variation
6,0	11,0	APV	Nombre d'individus	1978-1992 (2007)	–97 %
6,0	11,0	RNR	Nombre d'individus	1983-2007	–99 %

La zone d'occupation de cette UD a baissé rapidement avec l'effondrement du stock au début des années 1990 et a atteint une superficie minimale en 1994 (Worcester *et al.*, 2009). Les changements qui sont survenus par la suite sont plus difficiles à interpréter puisque l'utilisation d'un nouveau type d'engin d'échantillonnage en 1995 s'est accompagnée d'une augmentation importante de ce paramètre. Au cours de la période récente d'utilisation du même engin, on a observé une légère augmentation de la superficie occupée due principalement à une réduction de la concentration des poissons dans les divisions 3NO. L'estimation la plus récente s'établit à 318 000 km^2 (D_{95} = 169 000 km^2).

UD du Nord laurentien

Les morues de cette UD englobent les stocks identifiés aux fins de la gestion par le MPO comme : 1) le stock du banc Saint-Pierre (division 3Ps de l'OPANO) et 2) le stock du nord du golfe du Saint-Laurent (divisions 3Pn4RS de l'OPANO). Les tendances temporelles de l'abondance de chacun de ces stocks sont présentées séparément à l'ANNEXE 1. À partir de la moyenne de chacun des stocks qui la composent (ANNEXE 1), on estime à 10 ans la durée d'une génération dans cette UD, ce qui donne une période de 30 ans pour 3 générations. Les données sur l'abondance représentent la somme des estimations de la taille de la population mature obtenues par APV et la somme de la portion de la population mature estimée à partir des RNR pour chacun des stocks qui composent cette UD; elles se présentent sous forme de séries chronologiques. La période pour laquelle on dispose de données sur les deux stocks va de 1977 à 2000 pour l'APV (élargie à l'aide de valeurs estimées de l'APV; voir annexe 1) et de 1990 à 2007 pour les RNR. Noter qu'il n'y a pas eu de relevé dans la division 3Ps en 2006 et que cette année est donc absente. Ces données sont utilisées ici uniquement pour le calcul du taux de déclin de la population sur 3 générations. L'évaluation des morues de la division 3Ps de 2009 (MPO, 2009b) donne à penser que la biomasse des reproducteurs aurait été divisée par 3 entre 2004 et 2008; les estimations actuelles sont les plus basses de la série chronologique. L'évaluation des stocks effectuée en 2009 dans les divisions 3Pn4RS donne à conclure que le déclin observé à la fin des années 1980 et au début des années 1990 a cessé et que la biomasse des reproducteurs est restée relativement stable (et faible) au cours des 15 dernières années (MPO, 2009c).

L'UD du Nord laurentien a connu un déclin de 90 % (APV) au cours des 3 dernières générations (figure 9). Cette tendance découle principalement du déclin observé dans le stock du nord du golfe (3Pn4RS) qui représente 70 % de la biomasse historique de l'UD.

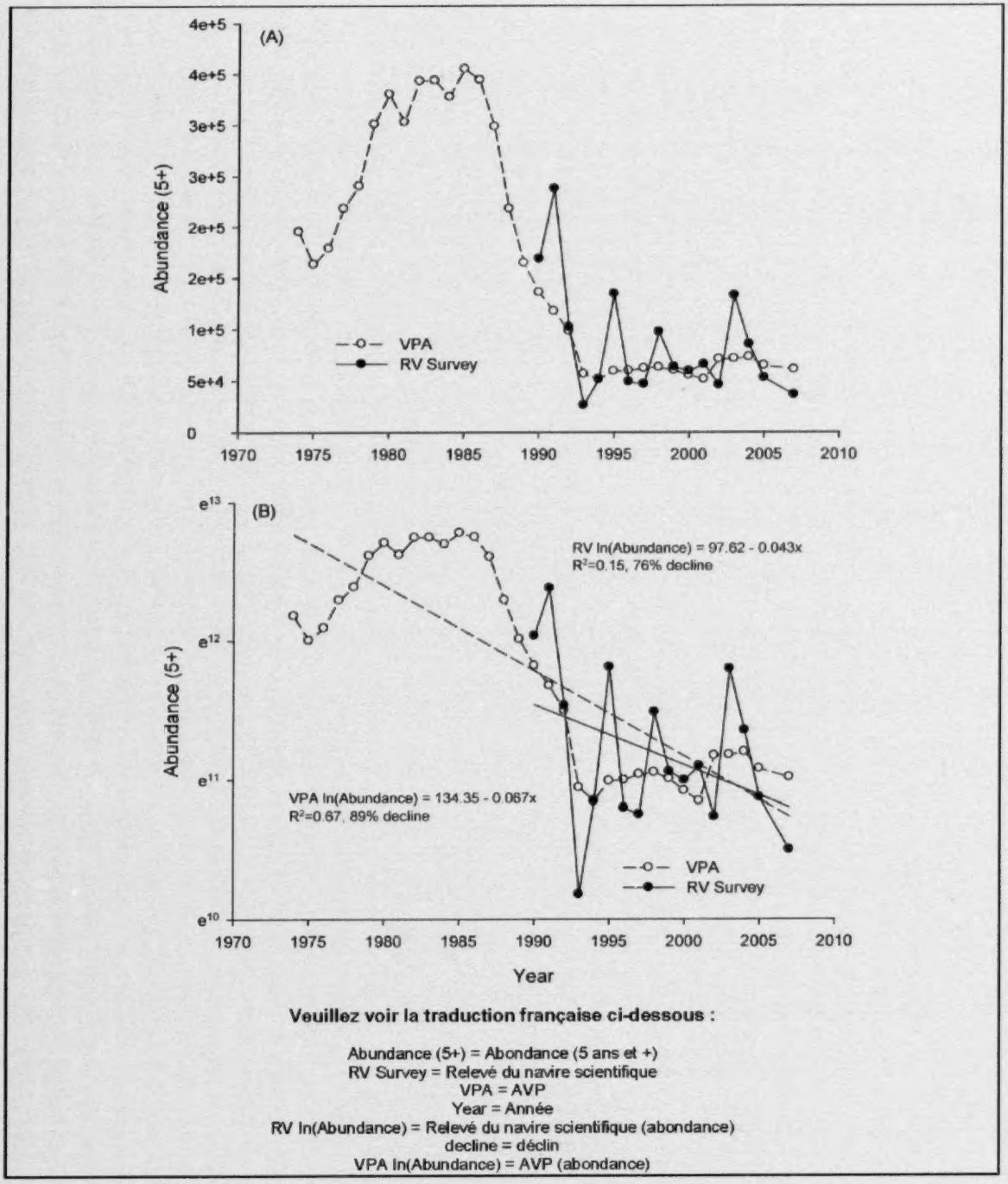


Figure 9. Variation temporelle du nombre estimatif d'individus matures dans l'unité désignable du Nord laurentien (A). Les données pour les stocks de 3Ps et de 3Pn4RS sont présentées à l'annexe 1. (B) Graphique représentant $\log_e$ (abondance, N_t) en fonction du temps (t, en années) pour l'unité désignable du Nord laurentien et estimation du taux de déclin sur trois générations.

Âge à la maturité	Durée d'une génération (a)	Source des données	Type de données	Période de temps	Taux de variation
5,0	10,0	APV	Nombre d'individus	1974-2000 (2007)	-90 %
5,0	10,0	RNR	Nombre d'individus	1990-2007	-76 %

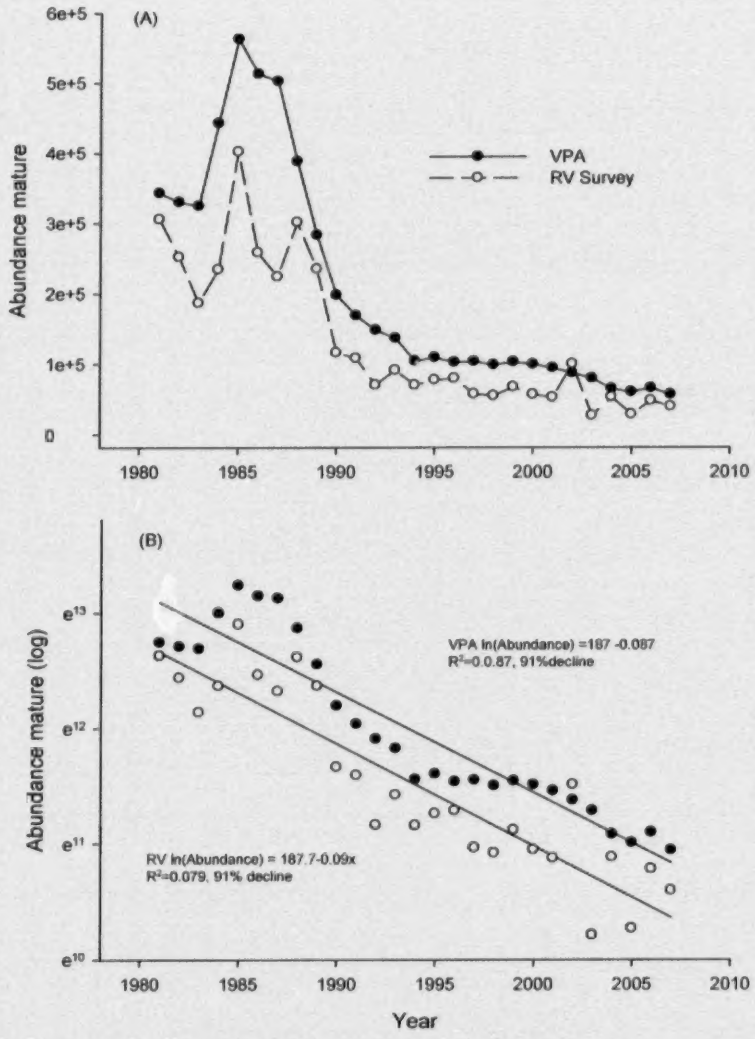
La zone d'occupation de cette UD est restée relativement stable alors que l'abondance marquait un déclin au début des années 1990. Elle a ensuite augmenté de 2002 à 2008 pour atteindre 90 000 km^2 (Worcester *et al.*, 2009). Les données sur la zone d'occupation correspondant aux années 1991 à 2001 ont affiché une baisse marginale, passant d'environ 96 000 à environ 89 000 km^2, soit un déclin de l'ordre de 7 % (Smedbol *et al.*, 2002). Depuis 2002, la zone d'occupation a augmenté, passant d'environ 76 000 à environ 101 000 km^2, et la valeur de la zone D_{95} est passée de 35 000 à 62 000 km^2 (Worcester *et al.*, 2009).

UD du Sud laurentien

Les morues de cette UD englobent les stocks identifiés aux fins de la gestion par le MPO comme : 1) le stock du sud du golfe du Saint-Laurent (division 4T et subdivision 4Vn de l'OPANO, nov. à avril); 2) le stock du détroit de Cabot (subdivision 4Vn de l'OPANO, mai à oct.); 3) le stock de l'est de la plate-forme néo-écossaise (divisions 4Vs et division W de l'OPANO). Les tendances temporelles de l'abondance de chacun de ces stocks sont présentées séparément à l'ANNEXE 1.

À partir de la moyenne de chacun des stocks qui la composent (ANNEXE 1), on estime à 9 ans la durée d'une génération dans cette UD, ce qui donne une période de 27 ans pour 3 générations. Les données sur l'abondance représentent la somme des estimations de la taille de la population mature obtenues par APV et à partir des RNR pour chacun des stocks qui composent cette UD. La période pour laquelle on dispose de données sur l'ensemble des stocks va de 1981 à 2002 pour l'APV et de 1971 à 2007 pour les RNR. Ces données sont utilisées ici uniquement pour le calcul du taux de déclin de la population sur 3 générations. L'évaluation des morues de la division 4TVn effectuée en 2009 indique qu'après avoir marqué un bref rétablissement au cours des années 1980, la biomasse des reproducteurs a connu un déclin constant depuis 1998 (MPO, 2009d).

L'UD du Sud laurentien a connu un déclin de 90-91 % (APV) au cours des 3 dernières générations (figure 10). Les stocks de cette UD affichent chacun des baisses égales ou supérieures à 80 %. Selon les projections de l'évolution future des stocks dans le sud du golfe du Saint-Laurent, cette espèce sera certainement disparue (biomasse des reproducteurs inférieure à 1 000 t) dans 40 ans (sans pêche) si les conditions démographiques actuelles persistent (Swain et Chouinard, 2008). Shelton *et al.* (2006) ont conclu également que la composante de l'est de la plate-forme néo-écossaise de l'UD connaîtrait un déclin continu en l'absence de pêche.



Veuillez voir la traduction française ci-dessous :

Abundance mature = Abondance des individus matures
Abundance mature (log) = Abondance des individus matures (log)
RV Survey = Relevé du navire scientifique
VPA = AVP
Year = Année
RV ln(Abundance) = Relevé du navire scientifique (abondance)
decline = déclin
VPA ln(Abundance) = AVP (abondance)

Figure 10. Variation temporelle du nombre estimatif d'individus matures dans l'unité désignable du Sud laurentien (A). Les données pour les stocks de 4TVn, 4Vn et 4VsW sont présentées à l'annexe 1. (B) Graphique représentant $\log_e$ (abondance, N_t) en fonction du temps (t, en années) pour l'unité désignable du Sud laurentien et estimation du taux de déclin sur trois générations.

Âge à la maturité	Durée d'une génération (a)	Source des données	Type de données	Période de temps	Taux de variation
4,0	9,0	APV	Nombre d'individus	1981-2001 (2007)	−90 %
4,0	9,0	RNR	Nombre d'individus	1971-2007	−91 %

La zone d'occupation est passée d'environ 140 000 à environ 92 000 km^2 de 1991 à 2007.

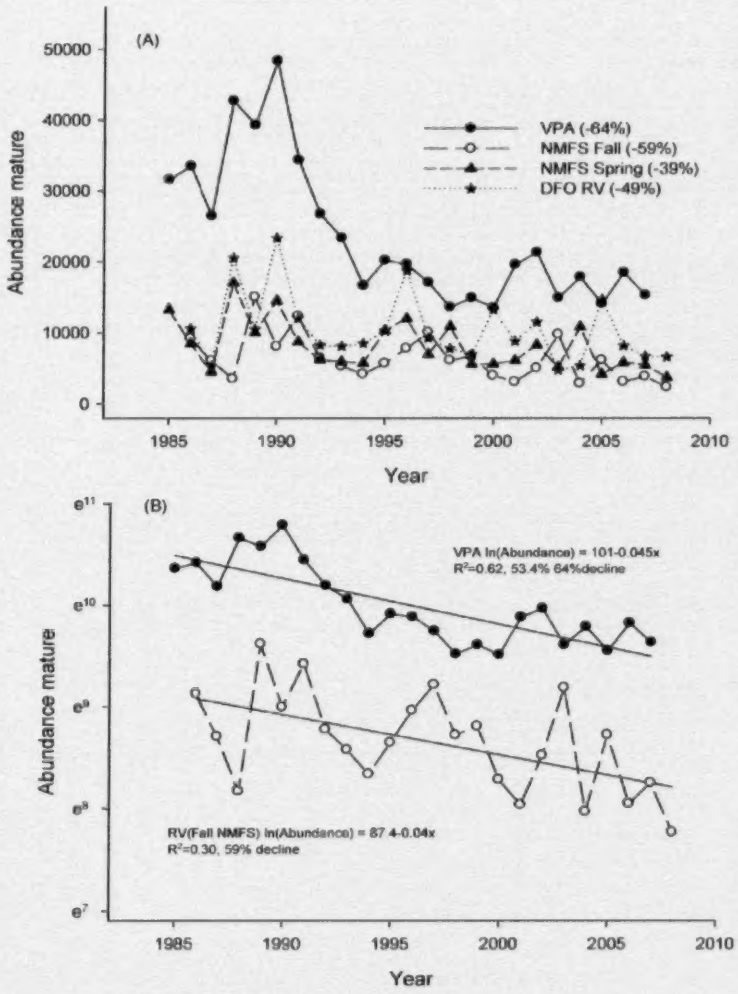
UD du Sud

Les morues de cette UD englobent les stocks identifiés aux fins de la gestion par le MPO comme : 1) le stock de la baie de Fundy / ouest de la plate-forme néo-écossaise (division 4X de l'OPANO et portion canadienne de la division 5Y de l'OPANO); 2) le stock de l'est du banc Georges ($5Z_{jm}$). Les tendances temporelles de l'abondance de chacun de ces stocks sont présentées séparément à l'ANNEXE 1. À partir de la moyenne de chacun des stocks qui la composent (ANNEXE 1), on estime à 7,5 ans la durée d'une génération dans cette UD, soit 22,5 ans pour la durée de 3 générations. Les données sur l'abondance représentent la somme des estimations de la taille de la population mature obtenues par APV et à partir des RNR pour chacun des stocks qui composent cette UD (voir l'ANNEXE 1 pour plus de détails). La période pour laquelle on dispose de données sur l'ensemble des stocks va de 1978 à 2008 pour l'APV, de 1978 à 2007 pour l'étude automnale du NMFS, et de 1986 à 2008 pour les RNR du MPO. Ces données sont tirées de Worcester *et al.* (2009) et de Clark *et al.* (2008) et sont incluses ici uniquement pour le calcul du taux de déclin de la population. L'évaluation du stock de morues de la division 4X effectuée en 2009 indique que la biomasse des reproducteurs a diminué continuellement depuis 1996 et qu'elle a atteint un creux historique de 9 000 t en 2008 (MPO, 2009f). Le taux de mortalité récent – autre que celui correspondant aux débarquements déclarés – a été élevé, ayant été estimé à 0,70 (46 %).

L'UD du Sud a connu un déclin de 59 à 64 % au cours des 3 dernières générations (figure 11).

Âge à la maturité	Durée d'une génération (a)	Source des données	Type de données	Période de temps	Taux de variation
2,5	7,5	APV	Nombre d'individus	1985-2007	-64 %
2,5	7,5	Diverses études	Nombre d'individus	1985-2007	-59 à -39 %

La zone d'occupation de cette UD est restée relativement stable au cours de la période étudiée, variant d'environ 23 000 km^2 au début des années 1970 à environ 24 000 km^2 ces dernières années.



Veuillez voir la traduction française ci-dessous :

Abundance mature = Abondance des individus matures
Abundance mature (log) = Abondance des individus matures (log)
VPA = AVP
NMFS Fall = NMFS automne
NMFS Spring = NMFS printemps
DFO = MPO
Year = Année
RV (Fall NMFS) ln(Abundance) = Relevé du navire scientifique (NMFS automne) (abondance)
decline = déclin
VPA ln(Abundance) = AVP (abondance)

Figure 11. Variation temporelle du nombre estimatif d'individus matures dans l'unité désignable du Sud (A). Les données pour les stocks de 4X et de 5Zjm sont présentées à l'annexe 1. (B) Graphique représentant loge (abondance, Nt) en fonction du temps (t, en années) pour l'unité désignable du Sud et estimation du taux de déclin sur trois générations. Les deux graphiques présentent des données provenant de divers relevés dans la division 5Zjm et d'un seul relevé dans la division 4X.

FACTEURS LIMITATIFS ET MENACES

Le principal facteur à l'origine du déclin observé de la morue franche au cours des années 1990 est la surpêche (Hutchings et Myers, 1994; Hutchings, 1996; Myers *et al.*, 1997b; Shelton et Lilly, 2000; Hutchings et Ferguson, 2000a; idem, 2000b; Bundy, 2001; Fu *et al.*, 2001; Smedbol *et al.*, 2002; Worcester *et al.*, 2009), mais plusieurs études laissent penser que les conditions climatiques défavorables pourraient avoir joué un rôle (Rose *et al.*, 2000; Rose, 2004; Halliday et Pinhorn, 2009). À l'heure actuelle, la pression de pêche constitue toujours la principale menace dans l'ensemble de l'aire de répartition. Toutefois, la mortalité naturelle prédomine dans certaines zones (plate-forme néo-écossaise et sud du golfe du Saint-Laurent) et conduit à prédire des cas possibles d'extinction dans un proche avenir (voir par exemple Swain et Chouinard, 2008).

Pression de pêche

La pêche dirigée, les nombreuses prises accessoires, les prises rejetées et, dans une moindre mesure, la pêche illégale se poursuivent dans plusieurs régions malgré les minimums records d'abondance et une mortalité totale élevée, et menacent clairement le rétablissement et la survie des populations de morues des eaux canadiennes.

Malgré l'existence d'un moratoire visant la zone située au large de l'UD de Terre-Neuve-et-Labrador, sur la côte nord-est de Terre-Neuve, la morue a continué, de 2006 à 2008, à subir les pressions d'une pêche dirigée « responsable » et d'une pêche récréative. Les taux d'exploitation dans plusieurs régions côtières de Terre-Neuve sont souvent élevés (> 30 %; Worcester *et al.*, 2009) selon les estimations obtenues par marquage-recapture (MPO, 2002; Brattey et Healey, 2007). On trouvera dans le tableau ci-dessous un sommaire de ces estimations (ces données sont tirées du tableau 6 de l'étude de Brattey et Healey [2007] et de Worcester *et al.* [2009]). Les taux d'exploitation disponibles pour 2007 dans certaines zones côtières de Terre-Neuve varient de 6 à 7 % (Worcester *et al.*, 2009). Il est probable que ces taux d'exploitation élevés aient influé directement sur les déclins observés récemment dans les baies Smith et Trinité (voir annexe).

Lieu de marquage, côte de Terre-Neuve	Taux d'exploitation en 1999	Taux d'exploitation en 2002	Taux d'exploitation en 2006
Baie Notre-Dame	30-63 %	12-20 %	10-35 %
Baie Bonavista	6-18 %	14-19 %	5 %
Baie Trinité	4-13 %	10-27 %	4-15 %
Baie Placentia	8-15 %	4-27 %	25 %

On a récemment déterminé que les taux élevés d'exploitation constituent une menace directe pour le rétablissement des stocks dans les zones extracôtières de l'UD de Terre-Neuve-et-Labrador (Shelton et Morgan, 2005; Worcester *et al.*, 2009). Cette menace se traduit à la fois par une réduction du taux global de croissance de la population dans les zones côtières, et par la mortalité due à la pêche au large (3NO; Shelton et Morgan, 2005) et à la pêche des morues qui migrent du large vers les zones côtières pendant l'été (2J3KL; Worcester *et al.*, 2009). Avant l'effondrement des stocks de morue au début des années 1990, on estimait qu'à des taux d'exploitation inférieurs à 18 %, l'abondance de la population pouvait encore augmenter. Or, les taux d'exploitation supérieurs à cette limite dont il est fait état ci-dessus ne permettent guère à la population de croître, voire pas du tout. Par ailleurs, les taux maximums d'accroissement de la population de morue du Nord ont été estimés à 10 à 30 % par année (Myers *et al.*, 1997a; Hutchings, 1999). Comme la fourchette des taux d'exploitation estimés se situe en général à l'intérieur de cette plage de croissance maximale, la population ne peut donc se rétablir, quel que soit le nombre d'individus qui la composent.

Depuis 2003, la composante hauturière de l'UD de Terre-Neuve-et-Labrador laisse deviner une tendance à l'augmentation du nombre de morues (annexe 1). Brattey *et al.* (2008a) signalent que les morues qui vivent au large dans les divisions 2J3KL pourraient entreprendre des migrations au printemps ou en été pour venir se nourrir près des côtes. Des études de marquage et de télémétrie ont révélé que des morues marquées au large (170 km), dans leurs aires d'hivernage traditionnelles, avaient migré vers la côte au nord-est de Terre-Neuve en 2008, ce qui tend à confirmer l'hypothèse selon laquelle la pêche côtière pourrait constituer une menace pour le rétablissement des stocks au large. On a par ailleurs observé que la fermeture de la pêche en 2003 et la réduction des débarquements en 2004-2005 avaient coïncidé avec une baisse de la mortalité, une augmentation du taux de survie de la morue au large et une hausse des taux de capture des pêches sentinelles, ce qui vient encore appuyer l'hypothèse de l'existence d'un lien entre le recrutement au large et la mortalité due à la pêche côtière. Ainsi, il est clair que le moratoire actuel imposé dans les zones extracôtières ne suffira pas à protéger ces stocks tant que le rétablissement n'aura pas été achevé (MPO, 2009a) et qu'il importe d'imposer immédiatement de nouvelles restrictions à la pêche côtière pour protéger l'actuelle tendance à la hausse.

Le taux élevé d'exploitation influe également sur l'abondance et sur le rétablissement dans d'autres régions. La mortalité totale calculée dans l'UD du Nord laurentien à partir d'estimations correspondant aux régions qui la composent s'établit à > 0,55, la pression de pêche étant le principal facteur (MPO, 2009b; idem, 2009c). Dans le sud du golfe du Saint-Laurent (4TVn), la mortalité due à la pêche a été estimée à 0,08, mais ce faible taux ne pourra se maintenir étant donné l'augmentation très importante de la mortalité naturelle (MPO, 2009d).

La pression de pêche dans la composante 4X de l'UD du Sud reste nettement supérieure aux niveaux recommandés avec une mortalité due à la pêche estimée à 0,35 (MPO, 2009f). Outre la pêche dirigée, les prises accessoires continuent dans plusieurs régions à présenter une menace sérieuse pour le rétablissement des stocks (Shelton et Morgan, 2005) et contribuent même dans certaines régions à la poursuite du déclin (Worcester *et al.*, 2009). Les prises accessoires de morue sont associées à plusieurs types de pêches, y compris celles de l'aiglefin, de la plie rouge, des crevettes et du homard (Worcester *et al.*, 2009). Même si l'ampleur de ce phénomène reste très mal connue, son incidence sur les taux actuels de déclin des stocks de morue paraît certaine (Shelton et Morgan, 2005; Worcester *et al.*, 2009).

En résumé, il paraît clair que dans l'ensemble de l'aire de répartition canadienne, la pêche excessive – pêche dirigée et prises accessoires – continue de présenter une menace pour la stabilité et la persistance des populations de morue.

Mortalité naturelle

Malgré l'effet évident de la pression de pêche sur la survie de la morue, la mortalité naturelle élevée reste le facteur qui contribue le plus à la faible productivité actuelle de certains stocks (p. ex., 4TVn) (Swain et Chouinard, 2008). Les estimations historiques de la mortalité naturelle (*M*) varient entre 0,07 et 0,40, et les évaluations des stocks retiennent en règle générale une valeur de 0,2 (Sinclair, 2001). Malgré les restrictions régionales imposées à la pêche, le taux de mortalité total reste élevé (> 0,2) dans beaucoup de régions (tableau A2) et concorde avec une hausse de *M* qui, selon certaines estimations, peut atteindre dans certaines régions une valeur de 0,60 à 0,70. Le taux de mortalité naturelle paraît le plus élevé dans les stocks du sud du chenal Laurentien (c'est-à-dire ceux du sud du golfe du Saint-Laurent [4T], de l'est de la plate-forme néo-écossaise [4VsW] et de l'ouest de la plate-forme néo-écossaise / baie de Fundy [4X]). Vers le nord, on estime que les valeurs de *M* sont légèrement élevées dans certaines régions, mais elles restent d'une manière générale moins élevées que dans le sud du chenal. Jusqu'à récemment, la « morue du Nord » vivant au large (2J3KL) affichait elle aussi un taux de mortalité naturelle élevé, mais ce taux a diminué au cours des dernières années (MPO, 2009e).

Les projections démographiques pour le sud du golfe du Saint-Laurent indiquent que même en l'absence de pêche, la biomasse des reproducteurs de la division 4TVn diminuera d'au moins 10 %, et laissent conclure à une probabilité de 53 % que cette baisse aura atteint 15 % ou plus en 2009 (Chouinard *et al.*, 2008). Les projections stochastiques à long terme (Swain et Chouinard, 2008) pour les conditions actuelles laissent conclure à une disparition du stock (c.-à-d., moins de 1 000 t) d'ici 40 ans en l'absence de pêche, et d'ici 20 ans si le taux de prises est maintenu au niveau de 2007-2008. Si la mortalité naturelle continue d'augmenter, Swain et Chouinard (2008) pensent même que ces projections pourraient s'avérer trop optimistes. La cause principale de la mortalité naturelle reste incertaine, mais plusieurs hypothèses ont été avancées et évaluées (MPO, 2009e) – par exemple, les maladies, l'incidence des contaminants, la famine, les effets des changements du cycle vital, l'incidence de

la croissance des populations de phoques ou d'autres prédateurs (MPO, 2009e). L'applicabilité de ces projections aux stocks voisins demeure incertaine, mais les données dont on dispose indiquent que des causes semblables de mortalité naturelle pourraient également être présentes dans d'autres régions (4VsW et 4X; MPO, 2009e).

Il paraît probable que la prédation par le phoque gris soit la cause d'une mortalité naturelle élevée chez la morue. Trzcinski *et al.* (2006) ont établi un modèle des répercussions de la prédation par le phoque gris sur les populations de morue de l'est de la plate-forme néo-écossaise et ont conclu que depuis la fermeture de la pêche, cette prédation a eu une incidence non négligeable sur la mortalité naturelle (environ 30 %) et, par ricochet, sur l'absence de rétablissement. De même, certaines évaluations antérieures (Smedbol *et al.*, 2002; MPO, 2009e) fondées sur le comportement d'alimentation des phoques et sur les tendances affichées par l'abondance des phoques et des morues ont conduit à conclure que la prédation par les phoques est un des facteurs responsables du taux de mortalité total élevé des morues dans les eaux extracôtières, et du taux de mortalité naturelle élevé des morues adultes dans les eaux côtières. Le MPO a récemment laissé entendre que la prédation par le phoque gris et par le phoque du Groenland pourrait influer directement sur le rétablissement et sur le déclin des populations de morues, et que les phoques constitueraient une cause importante de la mortalité des morues dans au moins sept des zones de gestion des stocks (4X, 4TVn, 4VsW, 3Pn, 4RS, 2J3KL; Worcester *et al.*, 2009). L'observation de tendances similaires chez les populations d'autres poissons marins – par exemple, merluche blanche, plie canadienne et plusieurs espèces de raies – tend à corroborer l'hypothèse selon laquelle le changement de la dynamique des populations auquel nous assistons ne se limite pas à une espèce particulière, mais vise plutôt l'écosystème entier.

Le taux de mortalité total (Z), tenant compte à la fois de la mortalité naturelle et de la mortalité due à la pêche, a été estimé pour l'ensemble des unités de gestion du MPO (tableau A2). Dans plusieurs régions, la pression de pêche a été grandement réduite par rapport aux niveaux historiques, et le taux de mortalité total peut donc être attribué principalement à la mortalité naturelle, dont la contribution estimée à la mortalité totale pour l'ensemble de la population varie de 30 à 75 %. On dispose d'estimations de l'importance de la mortalité naturelle pour les divisions 4TVn (M = 0,60) et 3Pn4RS (M = 0,28). Globalement, l'uniformité et l'ampleur de ces estimations donnent à conclure que la mortalité totale a atteint un niveau qui ne pourra se maintenir et il semble que dans plusieurs régions, la cause principale de cette situation soit la mortalité due à des causes naturelles.

Unité désignable	**Étendue des estimations de *Z* pour les stocks gérés par le MPO**	**Étendue du taux annuel de mortalité au sein des stocks de morue (%)**
Terre-Neuve-et-Labrador	0,346-0,519	29-40 %
Nord laurentien	0,792-0,899	55-59 %
Sud laurentien	0,722-0,791	51-57 %
Sud	0,437-1,420	35-76 %

Les effets directs et indirects des variations des conditions climatiques sur la productivité des populations de morues viennent s'ajouter aux causes écologiques de mortalité (prédation, famine, etc.) et restent mal connus. Halliday et Pinhorn (2009) font état de l'existence d'un rapport étroit entre la biomasse de morue et l'oscillation nord-atlantique (NAO), et donnent à entendre que les fluctuations des populations de morue observées au cours du siècle dernier seraient largement attribuables à des causes environnementales. Selon le mécanisme proposé, les anomalies positives de la NAO entraîneraient une baisse des températures qui influerait à son tour sur les paramètres de la population et de la migration / répartition, créant des conditions défavorables et une hausse importante de la mortalité naturelle (voir par exemple Dutil et Lambert, 2000). Il existe des données à l'appui de cette hypothèse. Mann et Drinkwater (1994) ont constaté l'existence d'un rapport entre l'indice de la NAO et la productivité du stock de morues du Nord au début des années 1990, et Drinkwater (2002) a indiqué que la NAO contribue souvent autant que les facteurs océanographiques locaux, sinon davantage, à la variance observée dans les séries chronologiques biologiques. Enfin, d'autres preuves d'une corrélation ont été observées à la fin des années 1980 et au début des années 1990, alors qu'on mesurait des valeurs élevées de *M* dans de nombreux stocks, lesquelles concordaient avec une période de sept ans d'anomalies importantes de la NAO. Cependant, malgré l'intérêt et la curiosité que peut susciter l'aptitude de la NAO à expliquer les fluctuations de population observées dans le passé, on dispose à l'heure actuelle de peu de données mécanistes directes qui pourraient prouver l'existence d'un rôle dominant de ce facteur, et il conviendra à l'avenir de consacrer de plus amples recherches au lien qui pourrait exister entre la productivité des populations de morues et les variations des conditions climatiques.

La perturbation de l'habitat essentiel pourrait également avoir des répercussions importantes sur les taux de rétablissement et de déclin. Si la structure physique (notamment les végétaux, l'hétérogénéité du fond et les coraux) a une importance capitale pour la survie des jeunes morues, comme le laissent penser de nombreuses études (Laurel *et al.*, 2003a; idem, 2003b; idem, 2004), alors la disparition d'habitats convenables peut également avoir une incidence sur le recrutement et le rétablissement. On a montré que les herbiers à zostères des zones côtières procurent un habitat important aux jeunes morues en les protégeant des prédateurs (Laurel *et al.*, 2003). Le crabe européen (*Carcinus maenas*) dont la présence a été récemment signalée dans la baie Placentia (Terre-Neuve) et dont l'incidence néfaste sur les herbiers à zostères est bien connue (voir par exemple Davis *et al.*, 2002) risque de présenter une menace sérieuse pour l'habitat des morues juvéniles et pour la survie de ces dernières. Outre les effets observés près des côtes, où les liens avec l'habitat ont été clairement établis, la réduction de l'hétérogénéité physique en eaux plus profondes et la disparition des coraux de grands fonds potentiellement importants peuvent être attribuées à la pêche des poissons de fond au chalut (Collie *et al.*, 1997; idem, 2000; Kaiser et de Groot, 2000) et pourrait également représenter une perte d'habitat, bien que le lien mécaniste reste encore à démontrer.

Bref, la surexploitation reste la principale cause du déclin de la morue franche dans toute son aire de répartition et la menace principale pesant sur cette espèce. Toutefois, dans certaines régions, le taux de déclin semble être indépendant de la pêche et serait principalement causé par une hausse du taux de mortalité naturelle dont l'effet est de plus en plus net. Les facteurs identifiables qui risquent d'influer sur la stabilité et le rétablissement des populations actuelles de morue franche comprennent la pêche dirigée (conséquence de l'établissement de quotas de gestion et de l'autorisation de la pêche récréative et de la pêche de subsistance), et la pêche non dirigée (conséquence de la pêche illégale, des fausses déclarations de prises, du rejet en mer et des prises accessoires des autres pêches d'espèces benthiques (aiglefin, homard, plie rouge, etc.). Il apparaît de plus en plus que la mortalité naturelle représente pour beaucoup de stocks une menace importante ignorée à laquelle il convient de porter une attention immédiate dans un contexte où les taux de déclin projetés atteignent des niveaux sans précédent, même pour la morue (Swain et Chouinard, 2008). À l'heure actuelle, la mortalité naturelle risque de conduire à la disparition de la morue dans le sud du golfe du Saint-Laurent (UD du Sud laurentien) d'ici quelques décennies. Parmi les autres menaces, mentionnons l'altération des écosystèmes biologiques et les changements simultanés dans l'ampleur et les types des interactions interspécifiques (comme l'augmentation de la mortalité des morues attribuable à la prédation par les phoques). Ces changements à l'échelle des écosystèmes semblent avoir entraîné une augmentation de la mortalité chez les morues plus âgées. La sélection défavorable à la maturité tardive et aux taux de croissance élevés, découlant des taux d'exploitation élevés d'autrefois, pourrait également contribuer à la forte mortalité (liée à l'accélération de la maturité; Beverton *et al.*, 1994) et au ralentissement de la croissance observés aujourd'hui dans certaines régions. Peu importe la cause, il semble évident que la mortalité naturelle qui s'ajoute aux pressions de l'exploitation présente désormais une menace importante pour de nombreuses populations de morues partout dans les eaux canadiennes.

IMPORTANCE DE L'ESPÈCE

Vu l'importance historique et contemporaine de la morue pour la société canadienne, rares sont les espèces qui tiennent une aussi grande place que ce poisson. Après les Vikings, qui se sont brièvement établis sur la péninsule nord de Terre-Neuve à la fin du X^{e} siècle, la morue a attiré les premiers Européens dans les eaux de Terre-Neuve à la fin du XV^{e} siècle. De cette entreprise économique sont nés les premiers établissements permanents en Amérique du Nord britannique (1612; Cupids, Terre-Neuve). Jusqu'au début des années 1990, la morue franche a été le pilier de l'économie de Terre-Neuve-et-Labrador, comme elle l'a été pour une bonne partie de la population des Maritimes et de celle de la Côte-Nord et de la Gaspésie, au Québec. Sur le plan biologique, la morue franche, qui comptait encore environ 2,5 milliards de géniteurs au début des années 1960, était une des espèces dominantes de la chaîne trophique marine de l'Atlantique Nord-Ouest.

PROTECTION ACTUELLE OU AUTRES DÉSIGNATIONS DE STATUT

Au Canada, la morue franche est protégée en vertu de la *Loi sur les pêches* et de la *Loi sur les océans*. Des plans d'exploitation durable ont été mis en place dans le sud du golfe du Saint-Laurent et, depuis 2003, 3 équipes d'intervention fédérales-provinciales ont été mises sur pied (Terre-Neuve-et-Labrador, Maritimes, Québec) en vue de promouvoir le rétablissement de cette espèce. Plusieurs populations de morue des eaux canadiennes sont gérées conjointement avec d'autres pays. Par exemple, le stock de l'est du banc Georges est géré de concert par le MPO, au Canada, et par le National Marine Fisheries Service, aux États-Unis, et l'exploitation du stock de la division 3Ps est partagée par le Canada et la France. Les stocks composant la population des eaux extracôtières du sud de l'UD de l'Arctique qui se trouvent à l'intérieur de la limite de 200 milles sont gérés par le Canada tandis que ceux qui se trouvent à l'extérieur de cette limite sont gérés par l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO). Dans la plupart des régions, le cadre de gestion comprend des quotas, des restrictions saisonnières et des restrictions concernant les engins de pêche (Worcester *et al.*, 2009). Même si on a défini des points de référence biologiques pertinents concernant l'abondance des stocks, ces derniers ne sont toujours pas utilisés pour la gestion de ces stocks.

Autres désignations de statut : UICN – espèce vulnérable; cote mondiale – G5.

ÉVALUATION DES RISQUES

Le rapport propose qu'aux fins de la désignation du statut, la morue franche du Canada soit divisée en six UD, conformément aux données génétiques, écologiques et démographiques connues et aux lignes directrices du COSEPAC (COSEPAC, 25 mars 2008).

En ce qui concerne l'évaluation des risques, seule la principale cause du déclin de la morue franche, soit la pêche, peut être considérée comme réversible et bien comprise. Toutefois, plusieurs populations font toujours l'objet d'une pêche (bien qu'elle soit restreinte, dans l'espace et dans le temps, dans certaines portions de certaines populations comme celle de l'est de la plate-forme néo-écossaise). Par exemple, la pêche a été interdite dans l'UD du Sud laurentien de 1994 à 1997, en 2003 et encore en 2009. Dans l'UD du Nord laurentien, la mortalité par surpêche a réduit le nombre de géniteurs, notamment dans la section du nord du golfe. Dans le cas de l'UD de Terre-Neuve-et-Labrador, les taux de capture estimés par le MPO montrent clairement que la pêche nuit au rétablissement dans certaines parties de l'aire de répartition. De plus, les UD du Sud et du Sud laurentien ont affiché une hausse du taux de déclin depuis 2003 sans égard à la mortalité due à la pêche et qui est vraisemblablement liée à une hausse de la mortalité naturelle (non prise en compte dans le calcul de la mortalité par pêche), et l'UD du Sud laurentien paraît exposée à un risque imminent de disparition d'ici 20 à 40 ans.

Plusieurs facteurs peuvent avoir une incidence sur la perception des risques. Le premier a trait à la réévaluation à la baisse du niveau de risque lorsqu'il y a possibilité d'une immigration, dans une portion de l'UD, de poissons venant de l'extérieur du Canada. On ignore cependant si une telle réévaluation est justifiée lorsque la ou les populations voisines sont également en péril. Dans le cas présent, aucune donnée ne permet d'évaluer les niveaux d'immigration ou d'émigration dans ou hors des portions canadienne et étrangère de l'UD de l'Arctique, et même si une immigration est possible à partir des populations des États-Unis de l'extrême sud de l'UD du Sud, ces populations sont elles aussi peu nombreuses et leur contribution serait vraisemblablement minimale. Un deuxième facteur pourrait aussi influer sur la perception du risque : les changements observés dans le cycle vital de la morue dans certaines parties de son aire de répartition canadienne, notamment dans l'UD de Terre-Neuve-et-Labrador. À la fin des années 1980 et au début des années 1990, les taux d'exploitation de la morue étaient assez élevés pour entraîner des réponses de sélection génétique au niveau des caractères du cycle vital, favorisant une maturité précoce et une croissance plus lente (Sinclair *et al.*, 2002, Olsen *et al.*, 2004). Ces changements biologiques entraînent une réduction sensible du taux de croissance de la population, laquelle peut atteindre jusqu'à 30 % (Hutchings, 2005). Cette réduction découle de la troncature de la structure d'âge, d'une réduction du succès reproducteur des jeunes morues et d'une réduction du nombre attendu d'épisodes reproductifs au cours de la vie. Étant donné l'absence de morues âgées de 10 ans ou plus sur la plate-forme du nord-est de Terre-Neuve ces dernières années, le nombre attendu d'épisodes reproductifs est nettement inférieur à 5 et pourrait fort bien n'être que de 2 ou 3. Même si le taux de fécondité, qui, selon les estimations, s'établirait actuellement à 75 % des taux historiques, a permis dans une certaine mesure de compenser cette baisse (Fudge et Rose, 2008), la réduction considérable des épisodes reproductifs au cours de la vie et l'évolution démographique (p. ex., augmentation de la proportion de jeunes reproducteurs et baisse conséquente du succès de reproduction) pourrait avoir des conséquences plutôt graves pour la survie de cette population et d'autres populations dans la même situation, indépendamment du nombre absolu d'individus qui composent chacune d'elles.

En ce qui concerne l'UD de Terre-Neuve-et-Labrador, il est important de noter que cette population, qui représente plus de 75 % de la biomasse historique dans les eaux canadiennes, a subi les déclins les plus importants et a montré peu de signes de rétablissement. Les hausses légères de l'abondance observées ces dernières années représentent de surcroît moins de 8 % des niveaux des années 1980 et 2 % de la biomasse historique, et tout rétablissement conséquent nécessitera vraisemblablement un rétablissement des stocks extracôtiers. À l'heure actuelle, la pêche côtière, même limitée comme elle l'est, représente une menace importante pour le rétablissement du stock global, dont l'importance restera par ailleurs mal connue tant qu'on ignorera les taux des prises totales. Lorsqu'on évalue les risques que court l'UD du Nord laurentien, il importe de noter que les 2 stocks qui la constituent ont déjà montré des signes positifs de rétablissement après les réductions strictes imposées à la pression de pêche. Cela contraste avec les morues des autres régions, comme celles de l'UD de Terre-Neuve-et-Labrador et de la composante de l'est de la plate-forme néo-écossaise de l'UD du

Sud laurentien, où de telles réductions dans la pression de pêche n'ont pas entraîné de rétablissement important. Par ailleurs, la division 3Ps paraît dominée par un petit nombre de classes d'âge, et Brattey et Healey (2006) ont averti qu'avec le départ des classes d'âge dominantes de 1997 et 1998, on pourrait assister à une hausse de la mortalité due à la pêche des classes d'âge plus jeunes, phénomène dont il conviendra de tenir compte. L'évaluation de 2009 a laissé constater que la biomasse des reproducteurs de ce stock a effectivement été divisée par 3 depuis 2004. Dans l'UD du Sud laurentien, le taux de changement est le facteur auquel il convient de porter attention. Les morues du sud du golfe ont affiché une hausse de 100 à 200 % du taux de déclin en quelques années seulement, et les causes de ce déclin restent inconnues, même si on soupçonne la prédation de jouer un rôle.

RÉSUMÉ TECHNIQUE – POPULATION DES LACS DE L'ARCTIQUE

Gadus morhua
Morue franche — Atlantic Cod
Population des lacs de l'Arctique — Arctic Lakes population
Répartition au Canada : Sud-ouest de l'île de Baffin, Nunavut

Données démographiques

Durée d'une génération (âge moyen des parents dans la population)	10,0 ans
Pourcentage [observé, estimé, inféré ou présumé] de la [réduction ou de l'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours des [cinq ou dix prochaines années OU deux ou trois dernières générations]	Inconnu
Pourcentage [prévu ou présumé] de la [réduction ou de l'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours des [cinq ou dix prochaines années OU deux ou trois dernières générations]	Inconnu
Pourcentage [observé, estimé, inféré ou présumé] de la [réduction ou de l'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours de toute période de [cinq ou dix ans OU deux ou trois dernières générations], couvrant une période antérieure et ultérieure	Inconnu
Est-ce que les causes du déclin sont clairement réversibles?	Inconnu
Est-ce que les causes du déclin sont comprises?	Inconnu
Est-ce que les causes du déclin ont cessé?	Inconnu
Tendance [observée, prévue ou inférée] du nombre de populations	Inconnue
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre d'individus matures?	Inconnu
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de populations?	Inconnu

Information sur la répartition

Superficie estimée de la zone d'occurrence	< 20 km²
Tendance [observée, prévue ou inférée] de la zone d'occurrence	Inconnue
Y a-t-il des fluctuations extrêmes de la zone d'occurrence?	Inconnu
Indice de la zone d'occupation (IZO)	< 20 km²
Tendance [observée, prévue ou inférée] de la zone d'occupation	Inconnue
Y a-t-il des fluctuations extrêmes de la zone d'occupation?	Inconnu
La population totale est-elle très fragmentée?	Oui, la probabilité de migration entre les lacs est vraisemblablement très faible.
Nombre de localités actuelles	3
Tendance du nombre de localités	Aucune
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de localités?	Non
Tendance de la [qualité ou de l'aire] de l'habitat	Inconnue

Nombre d'individus matures dans chaque population

Population	**N^{bre} d'individus matures**
Total	Inconnu
Nombre de populations (localités)	3

Analyse quantitative

	Aucune

Menaces (réelles ou imminentes pour les populations ou les habitats)

Les habitants de la région ont déterminé que l'augmentation de la pression de pêche sportive dans le lac Ogac était un phénomène préoccupant.

Immigration de source externe (immigration de l'extérieur du Canada)

Situation des populations de l'extérieur? La population de Terre-Neuve-et-Labrador est à un niveau historiquement bas, tout comme la morue du Groenland.	
Une immigration a-t-elle été constatée?	Une grande différenciation génétique serait cohérente avec une absence de migration
Des individus immigrants seraient-ils adaptés pour survivre au Canada?	Inconnu, car les lacs sont des habitats distincts.
Y a-t-il suffisamment d'habitat disponible au Canada pour les individus immigrants?	Inconnu
La possibilité d'une immigration de populations externes existe-t-elle?	Peu probable

Statut existant

COSEPAC : Espèce préoccupante (avril 2010)

Statut et justification de la désignation

Statut : Espèce préoccupante	**Code alphanumérique :** Sans objet
Justification de la désignation : Cette unité désignable se trouve dans trois lacs isolés situés sur l'île de Baffin, au Nunavut. La superficie totale de ces 3 lacs est inférieure à 20 km2. L'immigration d'individus d'une autre unité désignable n'est pas possible. Un des lacs, le lac Ogac, est accessible aux pêcheurs et un grand nombre d'individus pourrait être prélevé si la pêche s'intensifie.	

Applicabilité des critères

Critère A (déclin du nombre total d'individus matures) : Ne correspond pas au critère A puisque 2 estimations de la population couvrant > 40 ans n'indiquent aucune variation sur le plan de l'abondance dans un lac.
Critère B (petite aire de répartition, et déclin ou fluctuation) : Sans objet
Critère C (nombre d'individus matures peu élevé et en déclin) : Sans objet
Critère D (très petite population totale ou répartition restreinte) : S.O.
Critère E (analyse quantitative) : Non effectuée

RÉSUMÉ TECHNIQUE – POPULATION MARINE DE L'ARCTIQUE

Gadus morhua
Morue franche — Atlantic Cod
Population marine de l'Arctique — Arctic Marine population
Répartition au Canada : Nunavut, nord-ouest de l'océan Atlantique
Cette population comprend les divisions 0A et 0B de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO).

Données démographiques

Durée d'une génération (âge moyen des parents dans la population)	Inconnue
Pourcentage [observé, estimé, inféré ou présumé] de la [réduction ou de l'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours des [cinq ou dix prochaines années OU deux ou trois dernières générations]	Inconnu
Pourcentage [prévu ou présumé] de la [réduction ou de l'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours des [cinq ou dix prochaines années OU deux ou trois dernières générations]	Inconnu
Pourcentage [observé, estimé, inféré ou présumé] de la [réduction ou de l'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours de toute période de [cinq ou dix ans OU deux ou trois dernières générations], couvrant une période antérieure et ultérieure	Inconnu
Est-ce que les causes du déclin sont clairement réversibles?	Inconnu
Est-ce que les causes du déclin sont comprises?	Inconnu
Est-ce que les causes du déclin ont cessé?	inconnu
Tendance [observée, prévue ou inférée] du nombre de populations	Inconnue
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre d'individus matures?	Inconnu
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de populations?	Inconnu

Information sur la répartition

Superficie estimée de la zone d'occurrence	50 000 km²
Tendance [observée, prévue ou inférée] de la zone d'occurrence	Inconnue
Y a-t-il des fluctuations extrêmes de la zone d'occurrence?	Inconnu
Indice de la zone d'occupation (IZO)	Inconnu
Tendance [observée, prévue ou inférée] de la zone d'occupation	Inconnue
Y a-t-il des fluctuations extrêmes dans la zone d'occupation?	Inconnu
La population totale est-elle très fragmentée?	Inconnu
Nombre de localités actuelles	Sans objet
Tendance du nombre de localités	Sans objet
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de localités?	Sans objet
Tendance de la [qualité ou de l'aire] de l'habitat	Inconnue

Nombre d'individus matures dans chaque population

Population : marine de l'Arctique	**N^{bre} d'individus matures**
Total	Inconnu
Nombre de populations (localités)	Inconnu

Analyse quantitative

	Aucune

Menaces (réelles ou imminentes pour les populations ou les habitats)

Inconnues

Immigration de source externe (immigration de l'extérieur du Canada)

Situation des populations de l'extérieur Les populations de Terre-Neuve-et-Labrador et du Groenland sont à de faibles niveaux.	
Une immigration a-t-elle été constatée?	Non
Des individus immigrants seraient-ils adaptés pour survivre au Canada?	Vraisemblablement
Y a-t-il suffisamment d'habitat disponible au Canada pour les individus immigrants?	Vraisemblablement
La possibilité d'une immigration de populations externes existe-t-elle?	Inconnue

Statut existant

COSEPAC : Données insuffisantes (avril 2010)

Statut et justification de la désignation

Statut :	**Code alphanumérique :**
Données insuffisantes	Sans objet
Justification de la désignation : L'information requise pour établir de façon fiable toute catégorie de statut du COSEPAC n'est pas disponible. Les données sur la répartition, l'abondance, l'habitat et les changements au cours du temps sont insuffisantes.	

Applicabilité des critères

Critère A (déclin du nombre total d'individus matures) : Sans objet
Critère B (petite aire de répartition, et déclin ou fluctuation) : Sans objet
Critère C (nombre d'individus matures peu élevé et en déclin) : Sans objet
Critère D (très petite population totale ou aire de répartition restreinte) : Sans objet
Critère E (analyse quantitative) : Sans objet

RÉSUMÉ TECHNIQUE – POPULATION DE TERRE-NEUVE-ET-LABRADOR

Gadus morhua
Morue franche — Atlantic Cod
Population de Terre-Neuve-et-Labrador — Newfoundland and Labrador population
Répartition au Canada : Terre-Neuve-et-Labrador, nord-ouest de l'océan Atlantique
Cette population comprend les divisions 2GHJ et 3KLNO de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest.

Données démographiques

Durée d'une génération (âge moyen des parents dans la population)	11,0 ans
Pourcentage observé de la réduction du nombre total d'individus matures au cours des trois dernières générations	97-99 %
Pourcentage [prévu ou présumé] de la [réduction ou de l'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours des [cinq ou dix prochaines années OU deux ou trois dernières générations]	Inconnu
Pourcentage [observé, estimé, inféré ou présumé] de la [réduction ou de l'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours de toute période de [cinq ou dix ans OU deux ou trois dernières générations], couvrant une période antérieure et ultérieure	Inconnu
Est-ce que les causes du déclin sont clairement réversibles?	Non
Est-ce que les causes du déclin sont comprises?	Oui
Est-ce que les causes du déclin ont cessé?	Non
Tendance [observée, prévue ou inférée] du nombre de populations	Inconnue
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre d'individus matures?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de populations?	Non

Information sur la répartition

Superficie estimée de la zone d'occurrence	620 000 km²
Tendance [observée, prévue ou inférée] dans la zone d'occurrence	Inconnue
Y a-t-il des fluctuations extrêmes dans la zone d'occurrence?	Inconnu
Indice de la zone d'occupation (IZO)	318 000 km²
Tendance [observée, prévue ou inférée] dans la zone d'occupation	Déclin rapide alors que la population a diminué au début des années 1990
Y a-t-il des fluctuations extrêmes dans la zone d'occupation?	Non
La population totale est-elle très fragmentée?	Non
Nombre de localités actuelles	Sans objet
Tendance du nombre de localités	Sans objet
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de localités?	Sans objet
Tendance de la [qualité ou de l'aire] de l'habitat	Inconnue

Nombre d'individus matures dans chaque population

Population	**N^{bre} d'individus matures**
Total	Environ 40 000 000
Nombre de populations (localités)	Inconnu

Analyse quantitative

	Aucune

Menaces (réelles ou imminentes pour les populations ou les habitats)

- Pêche commerciale dirigée et récréative.
- Pêche durant le chevauchement spatial entre les résidents côtiers et les migrateurs extracôtiers du stock de morue du Nord.
- Prises accessoires au cours de la pêche.
- Pêche illégale et autres sources de prises non déclarées.
- Modifications de l'écosystème provoquées par la pêche et d'origine naturelle.
- Prédation par le phoque du Groenland et par d'autres prédateurs sur le stock de morue du Nord.
- L'altération de l'habitat est une menace possible mais non évaluée.

Immigration de source externe (immigration de l'extérieur du Canada)

Situation des populations de l'extérieur? La population nord-laurentienne est à un bas niveau.	
Une immigration a-t-elle été constatée?	Oui
Des individus immigrants seraient-ils adaptés pour survivre au Canada?	Probablement
Y a-t-il suffisamment d'habitat disponible au Canada pour les individus immigrants?	Probablement
La possibilité d'une immigration de populations externes existe-t-elle?	**Faible**

Statut existant

COSEPAC : Espèce en voie de disparition (avril 2010)

Statut et justification de la désignation

Statut :	**Code alphanumérique :**
Espèce en voie de disparition	A2b

Justification de la désignation :
La présente unité désignable inclut les unités de gestion de la morue 2GH, 2J3KL et 3NO, situées dans les eaux côtières et extracôtières du Labrador et de l'est de Terre-Neuve, incluant les Grands Bancs. Dans ce secteur, la morue a connu un déclin de 97 à 99 % au cours des trois dernières générations, et un déclin de plus de 99 % depuis les années 1960. La zone d'occupation a considérablement diminué à la suite de l'effondrement des stocks au début des années 1990. La surpêche a été principalement responsable de ce déclin d'abondance, et les taux de pêche ont considérablement diminué depuis 1992. Les effectifs de la population sont toutefois demeurés très faibles et montrent peu de signes de rétablissement significatif. Les plus récents relevés indiquent une augmentation en abondance au cours des 3 dernières années, mais cette augmentation est très faible en comparaison aux déclins enregistrés au cours des trois dernières générations. La très faible abondance et la répartition spatiale contractée de la population rendent cette dernière vulnérable aux événements catastrophiques, tels que des conditions océanographiques anormales. La pêche, la prédation et les changements écosystémiques demeurent des menaces. Il n'y a pas de point de référence limite (PRL) pour l'unité de gestion 2J3KL, mais la population dans ce secteur est considérée comme étant bien en-dessous de toute valeur raisonnable de PRL. Il y a un moratoire sur la pêche hauturière dans la zone 2J3KL et une pêche côtière d'intendance sans aucun total autorisé des captures officiel. Il y a également un moratoire sur la pêche dans l'unité de gestion 3NO. Il y a un PRL pour cette unité de gestion, et la population est bien en-dessous de cette valeur.

Applicabilité des critères

Critère A (déclin du nombre total d'individus matures) : Correspond au critère A2b (espèce en voie de disparition) puisqu'il y a un déclin mesuré de 97 à 99 % au cours des 3 dernières générations. Bien que les causes du déclin soient comprises, les menaces persistent et elles ne sont pas entièrement comprises ni clairement réversibles.
Critère B (petite aire de répartition, et déclin ou fluctuation) : Ne correspond pas à ce critère.
Critère C (nombre d'individus matures peu élevé et en déclin) : Ne correspond pas à ce critère.
Critère D (très petite population totale ou répartition restreinte) : Ne correspond pas à ce critère.
Critère E (analyse quantitative) : Non effectuée.

RÉSUMÉ TECHNIQUE – POPULATION NORD-LAURENTIENNE

Gadus morhua
Morue franche — Atlantic Cod
Population nord-laurentienne — Laurentian North Population
Répartition au Canada : Terre-Neuve-et-Labrador, Québec, océan Atlantique
Cette population comprend les divisions 3P et 4RS de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest.

Données démographiques

Durée d'une génération (âge moyen des parents dans la population)	10,0 ans
Pourcentage observé de la réduction du nombre total d'individus matures au cours des trois dernières générations	De 76 à 89 %
Pourcentage observé de réduction du nombre total d'individus matures au cours des trois prochaines générations.	Inconnu
Pourcentage du nombre total d'individus matures au cours d'une période de trois générations commençant dans le passé et se terminant dans le futur.	Inconnu
Est-ce que les causes du déclin sont clairement réversibles?	Non
Est-ce que les causes du déclin sont comprises?	Oui
Est-ce que les causes du déclin ont cessé?	Non
Tendance [observée, prévue ou inférée] du nombre de populations	Inconnue
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre d'individus matures?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de populations?	Non

Information sur la répartition

Superficie estimée de la zone d'occurrence	155 000 km²
Tendance dans la zone d'occurrence	Inconnue
Y a-t-il des fluctuations extrêmes dans la zone d'occurrence?	Inconnu
Indice de la zone d'occupation (IZO)	90 000 km²
Tendance dans la zone d'occupation	À la hausse
Y a-t-il des fluctuations extrêmes dans la zone d'occupation?	Non
La population totale est-elle très fragmentée?	Non
Nombre de localités actuelles	Inconnu
Tendance du nombre de localités	Inconnue
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de localités?	Inconnu
Tendance de la [qualité ou de l'aire] de l'habitat	Inconnue

Nombre d'individus matures dans chaque population

Population	**N^{bre} d'individus matures**
Total	Environ 60 000 000
Nombre de populations (localités)	Inconnu

Analyse quantitative

	Aucune

Menaces (réelles ou imminentes pour les populations ou les habitats)

- Pêche commerciale dirigée et récréative.
- Prises accessoires au cours de la pêche.
- Pêche illégale et autres sources de prises non déclarées.
- Modifications de l'écosystème provoquées par la pêche et d'origine naturelle.
- Prédation par le phoque du Groenland et par d'autres prédateurs sur le stock de morue du nord du golfe.
- L'altération de l'habitat est une menace possible mais non évaluée.

Immigration de source externe (immigration de l'extérieur du Canada)

Situation des populations de l'extérieur? La population de Terre-Neuve-et-Labrador est à un niveau historiquement bas, tandis que la population sud-laurentienne est à un niveau historiquement bas et en déclin.	
Une immigration a-t-elle été constatée?	Oui
Des individus immigrants seraient-ils adaptés pour survivre au Canada?	Inconnu
Y a-t-il suffisamment d'habitat disponible au Canada pour les individus immigrants?	Vraisemblablement
La possibilité d'une immigration de populations externes existe-t-elle?	**Faible**

Statut existant

COSEPAC : Espèce en voie de disparition (avril 2010)

Statut et justification de la désignation

Statut :	**Code alphanumérique :**
Espèce en voie de disparition	A2b

Justification de la désignation :
Les populations de cette unité désignable ont connu un déclin de 76 à 89 % au cours des trois dernières générations. La surpêche est principalement responsable de ce déclin d'abondance et il n'y a aucun signe de rétablissement. Cette unité désignable inclut les unités de gestion de la morue 3Ps et 3Pn4RS. Un point de référence limite (PRL) a été estimé pour l'unité de gestion 3Pn4RS. L'abondance de cette unité de gestion a été relativement stable au cours de la dernière décennie, mais elle est bien au-dessous du PRL, et la pêche dirigée se poursuit. L'abondance dans le sud de Terre-Neuve (3Ps) diminue. L'évaluation indique que cette unité de gestion est au PRL et que la pêche dirigée se poursuit.

Applicabilité des critères

Critère A (déclin du nombre total d'individus matures) : Correspond au critère A2b (espèce en voie de disparition) puisqu'il y a eu un déclin mesuré de 76 à 89 % au cours des 3 dernières générations. Bien que les causes du déclin soient comprises, les menaces persistent et elles ne sont pas clairement réversibles.
Critère B (petite aire de répartition, et déclin ou fluctuation) : Ne correspond pas à ce critère.
Critère C (nombre d'individus matures peu élevé et en déclin) : Ne correspond pas à ce critère.
Critère D (très petite population totale ou répartition restreinte) : Ne correspond pas à ce critère.
Critère E (analyse quantitative) : Non effectuée.

RÉSUMÉ TECHNIQUE – POPULATION SUD-LAURENTIENNE

Gadus morhua
Morue franche — Atlantic Cod
Population sud-laurentienne — Laurentian South population
Répartition au Canada : Québec, Île-du-Prince-Édouard, Nouvelle-Écosse, Nouveau-Brunswick, océan Atlantique
Cette population comprend les divisions 4TVW de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest.

Données démographiques

Durée d'une génération (âge moyen des parents dans la population)	9,0 ans
Pourcentage observé de la réduction du nombre total d'individus matures au cours des trois dernières générations	90 %
Pourcentage prévu de réduction du nombre total d'individus matures au cours des trois prochaines générations	De 87 à 98 % (d'après les prévisions pour 4T)
Pourcentage de la réduction [ou de l'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours de toute période commençant dans le passé et se terminant dans le futur.	Inconnu
Est-ce que les causes du déclin sont clairement réversibles?	Non
Est-ce que les causes du déclin sont comprises?	Non
Est-ce que les causes du déclin ont cessé?	Non
Tendance [observée, prévue ou inférée] du nombre de populations	Inconnue
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre d'individus matures?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de populations?	Non

Information sur la répartition

Superficie estimée de la zone d'occurrence	Environ 120 000 km²
Tendance dans la zone d'occurrence	Inconnue
Y a-t-il des fluctuations extrêmes dans la zone d'occurrence?	Inconnu
Indice de la zone d'occupation (IZO)	95 000 km²
Tendance dans la zone d'occupation	En déclin
Y a-t-il des fluctuations extrêmes dans la zone d'occupation?	Non
La population totale est-elle très fragmentée?	Non
Nombre de localités actuelles	Sans objet
Tendance du nombre de localités	Sans objet
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de localités?	Sans objet
Tendance de la [qualité ou de l'aire] de l'habitat	Inconnue

Nombre d'individus matures dans chaque population

Population	**N^{bre} d'individus matures**
Total	Environ 48 000 000
Nombre de populations (localités)	Inconnu

Analyse quantitative

La population continuera de diminuer en l'absence de pêche.	Oui

Menaces (réelles ou imminentes pour les populations ou les habitats)

- Mortalité naturelle (p. ex., prédation par les phoques gris et par d'autres prédateurs).
- Pêche commerciale dirigée et récréative.
- Prises accessoires au cours de la pêche.
- Pêche illégale et autres sources de prises non déclarées.
- Modifications de l'écosystème provoquées par la pêche et d'origine naturelle.
- L'altération de l'habitat est une menace possible mais non évaluée.

Immigration de source externe (immigration de l'extérieur du Canada)

Situation des populations de l'extérieur? Le stock du Nord laurentien et le stock du Sud continuent d'être à un niveau d'abondance historiquement bas.	
Une immigration a-t-elle été constatée?	Oui
Des individus immigrants seraient-ils adaptés pour survivre au Canada?	Oui
Y a-t-il suffisamment d'habitat disponible au Canada pour les individus immigrants?	Vraisemblablement
La possibilité d'une immigration de populations externes existe-t-elle?	Faible

Statut existant

COSEPAC : Espèce en voie de disparition (avril 2010)

Statut et justification de la désignation

Statut : Espèce en voie de disparition	**Code alphanumérique :** A2b+3b+4b; E
Justification de la désignation : Les populations de cette unité désignable ont connu un déclin de 90 % au cours des trois dernières générations. La surpêche est principalement responsable du déclin rapide de l'abondance au début des années 1990. La pêche commerciale a été suspendue en 1993, et les effectifs se sont stabilisés pendant un certain nombre d'années. Toutefois, une hausse de la mortalité naturelle et les faibles prises continues ont provoqué un nouveau déclin des effectifs. Selon une analyse quantitative des paramètres démographiques de la population, ce déclin va se poursuivre même en l'absence de pêche si les taux de mortalité naturelle se maintiennent à leur niveau élevé actuel. La présente unité désignable inclut les unités de gestion de la morue 4TVn (novembre – avril), 4Vn (mai – octobre) et 4VsW. Un point de référence limite (PRL) a été estimé pour l'unité de gestion 4TVn et le statut actuel est évalué comme étant bien au-dessous du PRL. Un PRL n'a pas été estimé pour l'unité de gestion 4VsW, cependant il est considéré comme étant à un niveau critiquement bas.	

Applicabilité des critères

Critère A (déclin du nombre total d'individus matures) : Correspond aux critères A2b+3b+4b (espèce en voie de disparition) puisque la population a diminué de 90 % au cours des 3 dernières générations et on prévoit que le 10 % restant diminuera d'un autre 90 % au cours des 3 prochaines générations dans les conditions actuelles et même en l'absence de pêche.
Critère B (petite aire de répartition, et déclin ou fluctuation) : Ne correspond pas à ce critère.
Critère C (nombre d'individus matures peu élevé et en déclin) : Ne correspond pas à ce critère.
Critère D (très petite population totale ou répartition restreinte) : Ne correspond pas à ce critère.
Critère E (analyse quantitative) : Correspond au critère E (espèce en voie de disparition). On prévoit que la portion de l'unité désignable du sud du golfe du Saint-Laurent sera disparue (< 1 000 t) dans 40 ans (4,4 générations). On prévoit que la portion de l'unité désignable de l'est de la plate-forme néo-écossaise sera en déclin même en l'absence de pêche.

RÉSUMÉ TECHNIQUE – POPULATION DU SUD

Gadus morhua
Morue franche — Atlantic Cod
Population du Sud — Southern population
Répartition au Canada : Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse, océan Atlantique
Cette population comprend la division 4X de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO) ainsi que les portions canadiennes des divisions 5Y et 5Z de l'OPANO.

Données démographiques

Durée d'une génération (âge moyen des parents dans la population)	7,5 ans
Pourcentage observé de la réduction du nombre total d'individus matures au cours des trois dernières générations	Environ 64 %
Pourcentage observé de réduction du nombre total d'individus matures au cours des trois prochaines générations.	Inconnu
Pourcentage de la réduction ou de l'augmentation du nombre total d'individus matures au cours d'une période commençant dans le passé et se terminant dans le futur.	Inconnu
Est-ce que les causes du déclin sont clairement réversibles?	Non
Est-ce que les causes du déclin sont comprises?	Non
Est-ce que les causes du déclin ont cessé?	Non
Tendance du nombre de populations	Inconnue
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre d'individus matures?	Inconnu
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de populations?	Inconnu

Information sur la répartition

Superficie estimée de la zone d'occurrence	120 000 km²
Tendance [observée, prévue ou inférée] dans la zone d'occurrence	Inconnue
Y a-t-il des fluctuations extrêmes dans la zone d'occurrence?	Inconnu
Indice de la zone d'occupation (IZO)	23 000 km²
Tendance observée dans la zone d'occupation	Stable
Y a-t-il des fluctuations extrêmes dans la zone d'occupation?	Non
La population totale est-elle très fragmentée?	Non
Nombre de localités actuelles	Sans objet
Tendance du nombre de localités	Sans objet
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de localités?	Sans objet
Tendance de la [qualité ou de l'aire] de l'habitat	Inconnue

Nombre d'individus matures dans chaque population

Population	**N^bre d'individus matures**
Total	De 5 000 000 à 15 000 000
Nombre de populations (localités)	Inconnu

Analyse quantitative

	Aucune

Menaces (réelles ou imminentes pour les populations ou les habitats)

- Pêche commerciale dirigée et récréative.
- Prises accessoires au cours de la pêche.
- Mortalité naturelle (p. ex., prédation par les phoques gris et par d'autres prédateurs).
- Pêche illégale et autres sources de prises non déclarées.
- Modifications de l'écosystème provoquées par la pêche et d'origine naturelle.
- L'altération de l'habitat est une menace possible mais non évaluée.

Immigration de source externe (immigration de l'extérieur du Canada)

Situation des populations de l'extérieur États-Unis : La population américaine du banc Georges est à un niveau historiquement bas, tout comme la population sud-laurentienne.	
Une immigration a-t-elle été constatée?	Oui
Des individus immigrants seraient-ils adaptés pour survivre au Canada?	Vraisemblablement
Y a-t-il suffisamment d'habitat disponible au Canada pour les individus immigrants?	Vraisemblablement
La possibilité d'une immigration de populations externes existe-t-elle?	**Faible**

Statut existant

COSEPAC : Espèce en voie de disparition (avril 2010)

Statut et justification de la désignation

Statut : Espèce en voie de disparition	**Code alphanumérique :** A2b
Justification de la désignation : Les populations de cette unité désignable ont connu un déclin de 64 % au cours des trois dernières générations, et le déclin est continu. L'espèce fait encore l'objet d'une pêche commerciale, et cette activité contribue de façon importante au déclin. Aussi, il y a des indications d'une hausse inexpliquée de la mortalité naturelle dans la portion 4X de l'unité désignable. Une immigration en provenance de la population des États-Unis est jugée comme improbable en raison de la faible abondance de l'espèce dans ce secteur. Cette unité désignable inclut les unités de gestion de la morue 4X5Y et 5Zjm. Il y a une pêche dirigée de l'espèce dans le secteur 4X5Y, et bien qu'il n'y ait pas de point de référence limite, de récents avis en gestion des pêches indiquent que cette unité de gestion est à un niveau critiquement bas. Il y a également une pêche dirigée dans l'unité de gestion 5Zjm et cette pêche est cogérée avec les États-Unis.	

Applicabilité des critères

Critère A (déclin du nombre total d'individus matures) : Correspond aux critères A2b (espèce en voie de disparition) puisqu'il y a eu une diminution de 64 % de l'abondance sur 3 générations. Les causes du déclin n'ont pas cessé et elles ne sont pas entièrement comprises, et il est possible qu'elles soient irréversibles.
Critère B (petite aire de répartition, et déclin ou fluctuation) : Ne correspond pas à ce critère.
Critère C (nombre d'individus matures peu élevé et en déclin) : Ne correspond pas à ce critère.
Critère D (très petite population totale ou répartition restreinte) : Ne correspond pas à ce critère.
Critère E (analyse quantitative) : Non effectuée.

REMERCIEMENTS

Le rédacteur aimerait remercier les fonctionnaires et les scientifiques de Pêches et Océans Canada pour les données qu'ils lui ont fournies et les discussions qu'il a pu avoir avec eux sur les divers aspects de ce rapport de situation durant l'étape de la préparation. Les commentaires et les analyses de Jeff Hutchings, président du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, de Paul Bentzen et de Howard Powles, coprésidents du Sous-comité de spécialistes des poissons marins du COSEPAC (SSE), et des autres membres du SSE des poissons marins (notamment le chercheur scientifique du MPO Doug Swain), lui ont été d'une aide précieuse. Le rédacteur tient enfin à remercier David Hardie et Margaret Treble (MPO, Winnipeg) qui lui ont fourni de l'information sur les populations dulcicoles de morues de l'île de Baffin. Enfin, le financement pour les analyses génétiques supplémentaires a été fourni par le COSEPAC.

SOURCES D'INFORMATION

Andersen, Ã.i., O.F. Wetten, M.C. De Rosa, C. Andre, C. Carelli Alinovi, M. Colafranceschi, O. Brix et A. Colosimo. 2009. Haemoglobin polymorphisms affect the oxygen-binding properties in Atlantic Cod populations, Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 276:833-841.

Baird, J.W., Bishop, C.A., Brodie, W.B., et E.F. Murphy. 1992. An assessment of the cod stock in NAFO divisions 2J3KL, NAFO Scientific Council Research Document 92/18.

Beacham, T.D. 1983. Growth and maturity of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in the southern Gulf of St. Lawrence, p. 35, Canadian Technical Reports in Fisheries and Aquatic Sciences 1142:31 p.

Beacham, T.D., Brattey, J., Miller, K.M., Le, K.D., et R.E. Withler. 2002. Multiple stock structure of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) off Newfoundland and Labrador determined from genetic variation, *ICES Journal of Marine Science* 59:650-665.

Benoît, H.P. 2006. Standardizing the southern Gulf of St. Lawrence bottom-trawl survey time series: results of the 2004-2005 comparative fishing experiments and other recommendations for the analysis of the survey data, Department of Fisheries and Oceans Canadian Stock Assessment Secretariat Research Document 2006/008.

Bentzen, P., Taggart, C.T., Ruzzante, D.E., et D. Cook. 1996. Microsatellite polymorphism and the population structure of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in the northwest Atlantic, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53: 2706-2721.

Beverton, R.J.H., Hylen, A., et O.J. Ostvedt. 1994. Growth, maturation, and longevity of maturation cohorts of Northeast Arctic cod, *ICES Journal of Marine Science Symposium* 198:482-501.

Bigg, G.R., C.W. Cunningham, G. Otterson, G.H. Pogson, W.R. Wadley et P.W. Williamson. 2008. Ice-age survival of Atlantic Cod: agreement between paleoecological models and genetics, Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 275:163-172.

Billerbeck, J.M., Orti, G., et D.O. Conover. 1997. Latitudinal variation in vertebral number has a genetic basis in the Atlantic silverside, *Menidia menidia*, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54:1796-1801.

Bishop, C.A., E.F. Murphy, M.B. Davis, J.W. Baird et G.A. Rose. 1993. An assessment of the cod stock in NAFO divisions 2J+3KL, NAFO SCR Doc. 93/86.

Bogstad, B., Lilly, G.R., Mehl, S., Pálsson, Ó.K., et G. Stefánsson. 1994. Cannibalism and year-class strength in Atlantic Cod (*Gadus morhua* L.) In Arcto-boreal ecosystems (Barents Sea, Iceland and eastern Newfoundland), *ICES Journal of Marine Science Symposium* 198:576-599.

Bradbury, I.R., et P.V.R. Snelgrove. 2001. Contrasting larval transport in demersal fish and benthic invertebrates: the roles of behaviour and advective processes in determining spatial pattern, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58:811-823.

Bradbury, I.R., P.V.R. Snelgrove et S. Fraser. 2000. Transport and development of eggs and larvae of Atlantic Cod, *Gadus morhua*, in relation to spawning time and location in coastal Newfoundland, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57:1761-1772.

Bradbury, I.R., P.V.R. Snelgrove et S. Fraser. 2002. The influence of temperature on the loss of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) eggs and larvae from the inshore environment: a combined modeling and observational approach, *Fisheries Oceanography* 10:342-352.

Bradbury, I.R., B. Laurel, D. Robichaud, G.A. Rose, P.V.R. Snelgrove, G.B., et D. Cote. 2008. Discrete spatial dynamics and essential habitat of coastal cod populations: conservation and management implications, *Fisheries Research* 91:299-309.

Bradbury, I.R., P.V.R. Snelgrove, P. Bentzen, B. de Young, R.S. Gregory et C.J. Morris. 2009. Structural and functional connectivity of marine fishes within a semi-enclosed Newfoundland fjord, *J. Fish Biol.* 76:1393-1409.

Bradbury, I.R., S. Hubert, B. Higgins, S. Bowman, I. Paterson, P.V.R. Snelgrove, C. Morris, R. Gregory, D. Hardie, J. Hutchings et P. Bentzen. Présenté. Parallel adaptive evolution of Atlantic Cod in the eastern and western Atlantic Ocean in response to ocean temperature.

Brander, K.M. 1994. Patterns of distribution, spawning, and growth in North Atlantic Cod: the utility of inter-regional comparisons, *ICES marine Science Symposium* 198:406-413.

Brattey, J., Cadigan, N.G., Lilly, G.R., Murphy, E.F., Shelton, P.A., et D.E. Stansbury. 2001a. An assessment of the cod stock in NAFO Subdiv. 3Ps in October 2000, Department of Fisheries and Oceans Canadian Stock Assessment Secretariat 2001/134, 107 p.

Brattey, J., Porter, D., et C. George. 2001b. Stock structure, movements, and exploitation of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in NAFO Divs. 2J+3KL based on tagging experiments conducted during 1999-2000, Department of Fisheries and Oceans Canadian Stock Assessment Secretariat Research Document 2001/072, 34 p.

Brattey, J., et B. Healey. 2003. Exploitation rates and movements of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in NAFO Divs. 3KL based on tagging experiments conducted during 1997-2002, Department of Fisheries and Oceans Canadian Stock Assessment Secretariat Research Document,2003/032.

Brattey, J., et B.P. Healey. 2005. Exploitation and movements of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in NAFO Divs. 3KL: further updates based on tag returns during 1995-2004, Department of Fisheries and Oceans Canadian Stock Assessment Secretariat Research Document 2005/047.

Brattey, J., et B.P. Healey. 2006. Exploitation of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in NAFO Subdivision 3Ps: estimates from mark-recapture experiments for the October 2006 assessment, Department of Fisheries and Oceans Canadian Stock Assessment Secretariat Research Document 2006/082.

Brattey, J., et B.P. Healey 2007. Exploitation of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in NAFO Divs. 3KL: tagging results from the reopened fishery in 2006, Department of Fisheries and Oceans Canadian Stock Assessment Secretariat Research Document 2007/027.

Brattey, J., Healey, B.P., et Porter, D.R. 2008a. Northern cod (*Gadus morhua*) 16 years after the moratorium: new information from tagging and acoustic telemetry, Department of Fisheries and Oceans Canadian Stock Assessment Secretariat Research Document 2008/047.

Brattey, J., Cadigan, N.G.,,Dwyer, K.S., Healey, B.P., Morgan, M.J., Murphy, E.F.,

Maddock Parsons, D., et Power, D.J. 2008b. Assessments of the cod (Gadus morhua) stock in NAFO Divisions 2J3KL (April 2007 and April 2008), Department of Fisheries and Oceans Canadian Stock Assessment Secretariat Research Document 2008/086.

Brawn, V.M. 1961. Reproductive behaviour of the cod (*Gadus callarias* L.), *Behaviour* XVIII:177-198.

Bulatova, A.Y. 1962. Some data on distribution of young cod and haddock off Labrador and Newfoundland, ICNAF Redbook 1962, Part III, p. 69-78.

Bundy, A. 2001. Fishing on ecosystems: the interplay of fishing and predation in Newfoundland-Labrador, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 52:1153-1167.

Bundy, A., Lilly, G.R., et P.A. Shelton. 2000. A mass balance model of the Newfoundland-Labrador Shelf, Rapports techniques canadiens des sciences halieutiques et aquatiques 2310: xiv + 157 p.

Campana, S.E., K.T. Frank, P.C.F. Hurley, P.A. Koeller, F.H. Page et P.C. Smith. 1989. Survival and abundance of young Atlantic Cod (*Gadus morhua*) and haddock (Melanogrammus aeglefinus) as indicators of year-class strength, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 46(Suppl. 1):171-182.

Campana, S.E., Chouinard, G.A., Hanson, J.M., et A. Fréchet. 1999. Mixing and migration of overwintering Atlantic Cod (*Gadus morhua*) stocks near the mouth of the Gulf of St. Lawrence, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 56:1873-1881.

Carr, S.M., Snellen, A.J., Howse, K.A., et J.S. Wroblewski. 1995. Mitochondrial DNA sequence variation and genetic stock structure of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) from bay and offshore locations on the Newfoundland continental shelf, *Molecular Ecology* 4:79-88.

Carr, S.M., et D.C. Crutcher 1998. Population genetic structure in Atlantic Cod (*Gadus morhua*) from the North Atlantic and Barents Sea: contrasting or concordant patterns in mtDNA sequence and microsatellite data? P. 91-103, *in* I. Hunt von Herbing, I. Kornfield, M. Tupper et J. Wilson (éd.), The Implications of Localized Fishery Stocks, Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Ithaca (New York).

Carr, S.M., et H.D. Marshall. 2008 Intraspecific phylogeographic genomics from multiple complete mtDNA genomes in Atlantic Cod (*Gadus morhua*): Origins of the "Codmother," trans-Atlantic vicariance, and mid-glacial population expansion, *Genetics* 108:381-389.

Chambers, R.C., et K.G. Waiwood. 1996. Maternal and seasonal differences in egg sizes and spawning characteristics of captive Atlantic Cod, *Gadus morhua*, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53:1986-2003.

Chouinard, G.A., D.P. Swain, M.O. Hammill et G. Poirier. 2005. Covariation between grey seal (Halichoerus grypus) abundance and natural mortality of cod (*Gadus morhua*) in the southern Gulf of St. Lawrence, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 62:1991-2000.

Chouinard, G.A., L. Savoie, D.P. Swain, T. Hurlbut et D. Daigle. 2008. Assessment of the southern Gulf of St. Lawrence cod stock, February 2008, Department of Fisheries and Oceans Canadian Stock Assessment Secretariat Research Document 2008/045.

Clark, D.S., Gavaris, S., et Hinze, J.M. 2002. Assessment of cod in Division 4X in

2002, Canadian Science Advisory Secretariat Research Document, 2002/105.

Clark, D.S., et *Perley*, P. *2006*. Assessment of cod in Division 4X in 2006, CSAS Research Document 2006/087.

Clark, D.S., et P.J. Emberley. 2008. Assessment of cod in Division 4X in 2008, Department of Fisheries and Oceans Canadian Stock Assessment Secretariat Research Document 2008/xxx.

Clark, K.J., O'Brien, L., Wang, Y.,Gavaris, S., et Hatt, L.B. 2008. Assessment of eastern

Georges Bank Atlantic Cod for 2008, Department of Fisheries and Oceans Transboundary Resources Assessment Committee Reference Document 2008/01

Collie, J.S., Escanero, G.A., et P.C. Valentine. 1997. Effects of bottom fishing on the benthic megafauna of Georges Bank, *Marine Ecology Progress Series* 155:159-172.

Collie, J.S., Hall, S.J., Kaiser, M.J., et I.R. Poiner. 2000. Shelf sea fishing disturbance of benthos: trends and predictions, *Journal of Animal Ecology* 69:785-798.

Colbourne, E.B., J. Brattey, G. Lilly et G.A. Rose. 2003 The AZMP program contributes to the scientific investigation of the Smith Sound mass fish kill of April 2003, DFO Atlantic Zone Monitoring Program Bulletin 3: 45 48. http://www.meds sdmm.dfo mpo.gc.ca/zmp/Documents/AZMP_bulletin_3.pdf.

COSEPAC. 2003. Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur la morue (*Gadus morhua*) au Canada – Mise à jour. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 89 p.

Cote, D., L.M.N. Ollerhead, D.A. Scruton et R.S. McKinley. 2001. Microhabitat use of juvenile Atlantic Cod in a coastal area of Newfoundland determined by 2D telemetry, Transactions of the American Fisheries Society 130:1217-1223.

Cote, D., S. Moulton, P.C.B. Frampton, D.A. Scruton et R.S. McKinley. 2004. Habitat use and early winter movements by juvenile Atlantic Cod in a coastal area of Newfoundland, *Journal of Fish Biology*: 665-678.

Dannevig, A. 1930. The propagation of our common fishes during the cold winter 1924, Reports of the Norwegian Fisheries Marine Investments No. 3.

Davis, R.C., F.T. Short et D.M. Burdick. 2002. Quantifying the Effects of Green Crab Damage to Eelgrass Transplants, *Restoration Ecology* 6:297-302.

DeYoung, B., et F.J.M. Davidson. 1994. Modelling retention of cod eggs and larvae (*Gadus morhua* L.) on the Newfoundland Shelf, *ICES Journal of Marine Science Symposium* 198:346-355.

Drinkwater, K.F. 2002. A review of the role of climate variability in the decline of northern cod, *American Fisheries Society Symposium* 32:113-130.

Dutil, J.-D., et Y. Lambert. 2000. Natural mortality from poor condition in Atlantic Cod (*Gadus morhua*), *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57:826-836.

Fleming, A.M. 1960. Age, growth and sexual maturity of cod (*Gadus morhua* L.) in the Newfoundland area, 1947- 1950, *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 17:775-880.

Frank, K.T., K.F. Drinkwater et F.H. Page. 1994 Possible causes of recent trends and fluctuations in Scotian Shelf/Gulf of Maine cod stocks, *ICES Journal of Marine Science Symposium* 198:110-120.

Fréchet, A., J. Gauthier, P. Schwab, H. Bourdages, C. Tournois, J. Spingle, M. Way et F. Collier. 2007. The status of cod in the Northern Gulf of St. Lawrence (3Pn, 4RS) in 2006, Department of Fisheries and Oceans Canadian Stock Assessment Secretariat Research Document 2007/068.

Frost, N. 1938. Some fishes of Newfoundland waters, Newfoundland Dept of Natural Resources, Fisheries Research Bulletin 4.

Fu, C., Mohn, R., et L.P. Fanning. 2001. Why the Atlantic Cod (*Gadus morhua*) stock off eastern Nova Scotia has not recovered. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58:1613-1623.

Fudge, S.B., et G.A. Rose. 2008 Life history co-variation in a fishery depleted Atlantic Cod stock, *Fisheries Research* 92:107-113.

Gagne, et O'Boyle. 1984. The timing of cod spawning on the Scotian Shelf, *in* E. Dahl, D.S. Danielssen, E. Moksness et P. Solemdal (éd.), The propagation of cod *Gadus morhua* L., Flodevigen Rapportser.

Goddard, S.V., et G.L. Fletcher. 1994. Antifreeze proteins: their role in cod survival and distribution from egg to adult, *ICES Marine Science Symposium* 198:676-683.

Goddard, S.V., Kao, M.H., et G.L. Fletcher. 1999. Population differences in antifreeze production cycles of juvenile Atlantic Cod (*Gadus morhua*) reflect adaptations to overwintering environment, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 56:1991-1999.

Gotceitas, V., Fraser, S., et J.A. Brown. 1995. Habitat use by juvenile Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in the presence of an actively foraging and non-foraging predator, *Marine Biology* 123:421-430.

Gotceitas, V., Fraser, S., et J.A. Brown. 1997. Use of eelgrass beds (*Zostera marina*) by juvenile Atlantic Cod (*Gadus morhua*), *Canadian Journal of fisheries and Aquatic Sciences* 54:1306-1319.

Green, J.M., et J.S. Wroblewski. 2000. Movement patterns of Atlantic Cod in Gilbert Bay, Labrador: Evidence for bay residency and spawning site fidelity, *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 80:1077-1085.

Gregory, R.S., et J.T. Anderson. 1997. Substrate selection and use of protective cover by juvenile Atlantic Cod, *Gadus morhua*, in inshore waters of Newfoundland, *Marine Ecology Progress Series* 146:9-20.

Halliday, R.G., et A.T. Pinhorn. 2009. The roles of fishing and environmental change in the decline of Northwest Atlantic groundfish populations in the early 1990's, *Fisheries Research* 97:163-182.

Halliday, R.G. 1971. A preliminary report on an assessment of the offshore cod stock in ICNAF Div. 4X, ICNAF Research Document 71/12: 25 p.

Hardie, D.C. 2007. The evolutionary ecology of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in Canadian Arctic lakes, présentation dans le cadre de l'obtention d'une bourse de doctorat en philosophie de l'Université Dalhousie, Halifax (Nouvelle-Écosse).

Hardie, D.C., R.M. Gillett et J.A. Hutchings. 2006. The effects of isolation and colonization history on the genetic structure of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in the Canadian Arctic, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 63:1830-1839.

Hardie, D.C., C.B. Renaud, V.P. Ponomarenko, N.V. Mukhina, N.A. Yaragina, J.E. Skjæraasen et J.A. Hutchings. 2008. The isolation of Atlantic Cod, *Gadus morhua* (Gadiformes), populations in northern meromictic lakes – a recurrent Arctic phenomenon, *Journal of Ichthyology* 48:230-240.

Hawkins, A.D., et M.C.P. Amorim. 2000. Spawning sounds of the male haddock, *Melanogrammus aeglefinus*, *Environmental Biology of Fishes* 59:29-41.

Helbig, J., Mertz, G., et P. Pepin. 1992. Environmental influences on the recruitment of Newfoundland/Labrador cod, *Fisheries Oceanography* 1:39-56.

Hjort, J. 1919. Investigations in the Gulf of St. Lawrence and Atlantic waters of Canada, Department of Naval Service, Ottawa.

Hunt, J.J., Stobo, W.T., et F. Almeida. 1999. Movement of Atlantic Cod, *Gadus morhua*, tagged in the Gulf of Maine area, Fishery Bulletin 97:842-861.

Hunt, J.A., et B. Hatt. 2002. Population status of eastern Georges Bank (Unit Areas 5Zj,m) for 1978-2002, Department of Fisheries and Oceans Canadian Stock Assessment Secretariat Research 2002/072.

Hutchings, J.A. 1996. Spatial and temporal variation in the density of northern cod and a review of hypotheses for the stock's collapse, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53:943-962.

Hutchings, J.A. 1997. Life history responses to environmental variation in early life, p. 139-168, *in* R.C. Chambers et E.A. Trippel (éd.), Early life history and recruitment in fish populations, Chapman and Hall, London, ROYAUME-UNI.

Hutchings, J.A. 1999. Influence of growth and survival costs of reproduction on Atlantic Cod, *Gadus morhua*, population growth rate, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 56:1612-1623.

Hutchings, J.A., Myers, R.A., et G.R. Lilly. 1993. Geographic variation in the spawning of Atlantic Cod, *Gadus morhua*, in the Northwest Atlantic, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 50:2457-2467.

Hutchings, J.A., et R.A. Myers. 1994. What can be learned form the collapse of a renewable resource? Atlantic Cod, *Gadus morhua*, of Newfoundland and Labrador, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 51:2126-2146.

Hutchings, J.A., Bishop, T.D., et C.R. McGregor-Shaw. 1999. Spawning behaviour of Atlantic Cod, *Gadus morhua*: evidence of mate competition and mate choice in a broadcast spawner, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 56:97-104.

Hutchings, J.A., et M. Ferguson. 2000a. Temporal changes in harvesting dynamics of Canadian inshore fisheries for northern Atlantic Cod, *Gadus morhua*, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57:805-814.

Hutchings, J.A., et M. Ferguson. 2000b. Links between fishers' knowledge, fisheries science, and management: Newfoundland's inshore fishery for northern Atlantic Cod, *Gadus morhua*, *in* B. Neis et L. Felt (éd.), *Finding Our Sea Legs: Linking Fishery People and their Knowledge with Science and Management*, ISER Books, St. John's (Terre-Neuve), p. 82-110.

Hutchings, J.A. 2004. The cod that got away, *Nature* 428:899-900.

Hutchings, J.A. 2005. Life history consequences of over exploitation to population recovery in Northwest Atlantic Cod (*Gadus morhua*), *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 62:824-832.

Hutchings, J.A., D.P. Swain, S. Rowe, J.D. Eddington, V. Puvanendran et J.A. Brown. 2007. Genetic variation in life-history reaction norms in a marine fish, Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 274:1693-1699.

Kaiser, M.J., et S.J. de Groot (éd.). 2000. Effects of fishing on non-target species and habitats: biological, conservation and socio-economic issues, Blackwell Science, Oxford.

Keats, D.W. 1990. A nocturnal inshore movement of juvenile cod *Gadus morhua* L. in eastern Newfoundland, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 139:167-173.

Kjesbu, O.S. 1989. The spawning activity of cod, *Gadus morhua* L., *Journal of Fish Biology* 34:195-206.

Kjesbu, O.S., Solemdal, P., Bratland, P., et M. Fonn. 1996. Variation in annual egg production in individual captive Atlantic Cod (*Gadus morhua*), *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53:610-620.

Kulka, D.W. 1998. Update of discarding of cod in the shrimp and cod directed fisheries in NAFO Divisions 2J, 3K, and 3L, Department of Fisheries and Oceans Canadian Science Advisory Secretariat Research Document 98/12.

Lage, C., K. Kuhn et I. Kornfield. 2004. Genetic differentiation among Atlantuic cod (*Gadus morhua*) from Browns Bank, Georges Bank, and Nantucket Shoals, Fishery Bulletin 102:289-297.

Laurel, B.J., R.S. Gregory et J.A. Brown. 2003a. Predator distribution and habitat patch area determine predation rates on Age-0 juvenile cod (Gadus spp), *Marine Ecology Progress Series* 251:245-254.

Laurel, B.J., R.S. Gregory et J.A. Brown. 2003b. Settlement and distribution of Age-0 juvenile cod, *Gadus morhua* and G. ogac, following a large-scale habitat manipulation, *Marine Ecology Progress Series* 262:241-252.

Laurel, B.J., R.S. Gregory, J.A. Brown, J. Hancock et D.S. Schneider. 2004. Behavioural consequences of density-dependent habitat use in juvenile cod (*Gadus morhua*): role of movement and aggregation, *Marine Ecology Progress Series* 272:257-270.

Lawson, G.L., et Rose, G.A. (2000). Seasonal distribution and movement patterns of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in coastal Newfoundland waters, *Fisheries Research* 49:61-75.

Lear, W.H. 1984. Discrimination of the stock complex of Atlantic Cod (*Gadus morhia*) off southern Labrador and eastern Newfoundland, as inferred from tagging studies, *Journal of the Northwest Atlantic Fishery Sciences* 5:143-159.

Lilly, G.R., Shelton, P.A., Brattey, J., Cadigan, N.G., Healey, B.P., Murphy, E.F., et D.E. Stansbury. 2001. An assessment of the cod stock in NAFO Divisions 2J+3KL, Department of Fisheries and Oceans Canadian Stock Assessment Secretariat Research Document 2001/044, 148 p.

Lilly, G.R., E.F. Murphy, B.P. Healey et J. Brattey. 2006. An assessment of the cod (*Gadus morhua*) stock in NAFO Divisions 2J3KL in April 2006, Department of Fisheries and Oceans Canadian Science Advisory Secretariat Research Document 2006/043.

Lindholm, J.B., P.J. Auster et A. Knight. 2007. Site fidelity and movement of adult Atlantic Cod *Gadus morhua* at deep boulder reefs in the western Gulf of Maine, USA, *Marine Ecology Progress Series* 342:239-247.

Linehan, J.E., Gregory, R.S., et D.C. Schneider. 2001. Predation risk of age-0 cod (*Gadus*) relative to depth and substrate in coastal waters, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 263:25-44.

Lough, R.G., C.T. Smith, F.E. Werner, J.W. Loder, F.H. Page, C.G. Hannah, C.E. Naimie, R.I. Perry, M.M. Sinclair et D.R. Lynch. 1994. The influence of wind-driven advection on the interannual variability in cod egg and larval distributions on Georges Bank: 1982 vs 1985, *ICES Journal of Marine Science Symposium* 198:356-378.

Maddock Parsons, D., et R. Stead. 2007. Sentinel Surveys 1995-2006: Catch per unit effort in NAFO Divisions 2J3KL, Department of Fisheries and Oceans Canadian Science Advisory Secretariat Research Document 2007/009.

Maddock Parsons, D., et R. Stead. 2008. Sentinel Surveys 1995-2007: Catch per unit effort in NAFO Divisions 2J3KL, Department of Fisheries and Oceans Canadian Science Advisory Secretariat Research Document 2008/048.

Mann K.H., et Drinkwater K.F. (1994) Environmental influences on fish and shellfish production in Northwest Atlantic, *Environmental Review* 2:16-32.

Marcil, J., D. Swain et J.A. Hutchings. 2006a. Countergradient variation in body shape between two populations of Atlantic Cod (*Gadus morhua*), Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 273:217-223.

Marcil, J., D.P. Swain et J.A. Hutchings. 2006b. Genetic and environmental components of phenotypic variation in body shape among populations of Atlantic Cod (*Gadus morhua* L.), *Biological Journal of the Linnean Society* 88:351-365.

Martin, W.R., et Y. Jean. 1964. Winter cod taggings off Cape Breton and on offshore Nova Scotia banks, *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*:215-238.

McAllister, D.E., Legendre, V., et J.G. Hunter. 1987. Liste des noms inuktitut (esquimaux), français, anglais et scientifiques des poissons marins du Canada Arctique, Rapport manuscript canadien des sciences halieutiques et aquatiques 1932:v + 106 p.

McClintock, J. 2007. Year Nine of the NAFO Subdivision 3Ps Fall GEAC Surveys: Catch Results for Atlantic Cod (*Gadus morhua*), American Plaice (*Hippoglossoides platessoides* F.), Witch Flounder (*Glyptosephalus synoglossus* L.), and Haddock (*Melanogrammus aeglefinus*), Department of Fisheries and Oceans Canadian Stock Assessment Secretariat Research Document 2007/055.

McCracken. 1959. Cod tagging off northern New Brunswick in 1955 and 1956, Fisheries Research Board of Canada Atlantic Progress Report 72:8-19.

McElhany, P., Ruckelshaus, M.H., Ford, M.J., Wainwright, T.C., et E.P. Bjorkstedt. 2000. Viable salmonid populations and the recovery of evolutionarily significant units, U.S. Dept Commerce, NOAA Technical Memorandum NMFS-NWFSC-42.

McIntyre, T.M., et J.A. Hutchings. 2003. Temporal and spatial variation in Atlantic Cod, *Gadus morhua*, life histories, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 60:1111-1121.

McKenzie, R.A. 1940. Nova Scotian autumn cod spawning, *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 5:105-120.

McKenzie, R.A. 1956. Atlantic Cod tagging off the southern Canadian mainland, Bulletin of the Canadian Fisheries Research Board of Canada 12:698-705.

McLaren, I.A. 1967. Introduction to biological studies on Ogac Lake, a landlocked fiord on Baffin Island, *Journal of the Fisheries research Board of Canada* 24:975-980.

McLaren, I., Brault, S., Harwood, J., et D. Vardy. 2001. Rapport du groupe d'experts sur la gestion des phoques, ministère des Pêches et des Océans, Ottawa (Ontario).

Mello, L., et G.A. Rose. 2005. Seasonal variation in abundance and stock composition of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in Placentia Bay, Newfoundland, in relation to fisheries, *Fisheries Research* 74:142-156.

Mello, L., et G.A. Rose. 2008. An acoustic-trawl survey of offshore over-wintering northern cod, February-March 2007, Department of Fisheries and Oceans Canadian Stock Assessment Secretariat Research Document 2008/048.

Mohn, R.K., D. Beanlands, G.A.P. Black et T. Lambert. 2001. Assessment of the status of 4Vn cod (May to October) 2000, Department of Fisheries and Oceans Canadian Stock Assessment Secretariat Research Document 2001/105.

Morgan, M.J., et E.A. Trippel. 1996. Skewed sex ratios in spawning shoals of Atlantic Cod (*Gadus morhua*), *ICES Journal of Marine Science* 53:820-826.

Morgan, M.J., DeBlois, E.M., et G.A. Rose. 1997. An observation on the reaction of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in a spawning shoal to bottom trawling, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54:217-223.

Morgan, M.J., E.F. Murphy et J. Brattey. 2007. An assessment of the cod stock in NAFO Divisions 3NO, NAFO SCR Doc. 07/40.

Morris, C.J., et J.M. Green. 2002. Biological characteristics of a resident population of Atlantic Cod (*Gadus morhua* L.) in southern Labrador, *ICES Journal of Marine Science* 59:666-678.

Mortensen, P.B., L. Buhl- Mortensen, D.C. Gordon Jr, G.B.J. Fader, D.L. McKeown, et D.G. Fenton 2005. Effects of Fisheries on Deep-water Gorgonian Corals in the Northeast Channel, Nova Scotia (Canada), *American Fisheries Society Symposium* 41:369-382.

MPO. 2002. Northern (2J+3KL) cod stock status update, DFO Sci. Stock Status Report A2-01 (2002).

MPO. 2008. Stock Assessment of Northern (2J3KL) cod in 2008, DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2008/034.

MPO. 2009a. Stock Assessment of Northern (2J3KL) cod in 2009, DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2009/xxx.

MPO. 2009b. Stock Assessment of Subdivision 3Ps cod, DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2009/008.

MPO. 2009c. Assessment of the cod stock in the Northern Gulf of St. Lawrence (3Pn,4RS) in 2008, DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2009/010.

MPO.2009d. Assessment of cod in the Southern Gulf of St. Lawrence, DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2009/007.

MPO. 2009e. Proceedings of the National Workshop on the Impacts of Seals on Fish Populations in Eastern Canada (Part II); 24-28 November 2008, DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2009/020.

MPO.2009f. Cod on the Southern Scotian Shelf and in the Bay of Fundy (Div. 4X/5Y), DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2009/xxx.

Myers, R.A., Mertz, G., et C.A. Bishop. 1993. Cod spawning in relation to physical and biological cycles of the northern Northwest Atlantic, *Fisheries Oceanography* 3:154-165.

Myers, R.A., G. Mertz, et N.J. Barrowman. 1995. Spatial scales of variability in cod recruitment in the North Atlantic, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52:1849-1862

Myers, R.A., Hutchings, J.A., et N.J. Barrowman. 1996. Hypotheses for the decline of cod in the North Atlantic, *Marine Ecology Progress Series* 138:293-308.

Myers, R.A., Mertz, G., et P.S. Fowlow. 1997a. Maximum population growth rates and recovery times for Atlantic Cod, *Gadus morhua*, Fishery Bulletin 95:762-772.

Myers, R.A., Hutchings, J.A., et N.J. Barrowman. 1997b. Why do fish stocks collapse? The example of cod in Atlantic Canada, *Ecological Applications* 7:91-106.

Neis, B., Schneider, D.C., Felt, L., Haedrich, R.L., Fischer, J., et J.A. Hutchings. 1999. Fisheries assessment: what can be learned from interviewing resource users? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 56:1949-1963.

Nielsen, G. 1989. An analysis of the day versus night catches of the southern Gulf of St. Lawrence groundfish cruises 1985-1988, CAFSAC Res. Doc. 89/54.

Nielsen, G.A. 1994. Comparison of the fishing efficiency of research vessels used in the southern Gulf of St. Lawrence groundfish surveys from 1971 to 1992, Canadian Technical Reports in Fisheries and Aquatic Sciences 1952:56 p.

Neilsen, E.E., M.M. Hansen et D. Meldrup. 2006. Evidence of microsatellite hitch-hiking selection in Atlantic Cod (*Gadus morhua*): implications for inferring population structure in nonmodel organisms, *Molecular Ecology* 15:3219-3229.

Nordeide, J.T., et T. Folstad. 2000. Is cod lekking or a promiscuous group spawner? *Fish and Fisheries* 1:90-93.

O'Boyle, R.N., M. Sinclair, J. Conover, K.H. Mann et A.C. Kohler. 1984. Temporal and spatial distributions of ichthyoplankton communities of the Scotian Shelf in relation to biological, hydrological, and physiographic features, Rapp. P.-V. Reun. *Cons. Int. Explor. Mer* 183:27-40.

Olsen, E.M., M. Helno, G.R. Lilly, M.J. Morgan, J. Brattey, B. Ernande et U. Dieckmann. 2004. *Maturation trends indicative of rapid evolution preceded the collapse of northern cod Nature* 428:932-935.

Olsen, E.M., M. Heino, G.R. Lilly, J. Morgan, J. Brattey et U. Dieckmann. 2005. Assessing changes in age and size at maturation in collapsing populations of Atlantic Cod, *Gadus morhua*, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 62:811-823.

Olsen, E. M., H. Knutsen, J. Gjøsæter, J. P.E., J. A. Knutsen, et N. Stenseth. 2008. Small-scale biocomplexity in coastal Atlantic Cod supporting a Darwinian perspective on fisheries management, *Evolutionary Applications* 1:524-533.

Orr, D. 2008. Groundfish bycatch within the Canadian vessel northern shrimp fishery, over the years 2004 – 2007 NAFO SCR Doc. 08/xx Ser. No.

Patriquin, D.G. 1967. Biology of *Gadus morhua* in Ogac Lake, a landlocked fiord on Baffin Island, *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 24:2573-2594.

Pepin, P., et J.A. Helbig. 1997. Distribution and drift of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) eggs and larvae on the northeast Newfoundland Shelf, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54:970-685.

Pepin, P., et S. M. Carr. 1993. Morphological, meristic, and genetic analysis of stock structure in juvenile Atlantic Cod (*Gadus morhua*) from the Newfoundland shelf, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 50:1924-1933.

Pinhorn, A.T. 1975. Estimates of natural mortality of the cod stock complex in ICNAF Divisions 2J, 3K and 3L, International Commission of the Northwest Atlantic Fisheries Research Bulletin 11:31-36.

Pinhorn, A.T. 1984 Temporal and spatial variation in fecundity of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in Newfoundland waters, *Journal of North-west Atlantic Fisheries Science* 5:161-170.

Pinsent, D.L., et D.A. Methven. 1997. Protracted spawning of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in Newfoundland waters: evidence from otolith microstructure, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54:19-24.

Pogson, G.H., K.A. Mesa et R.G. Boutilier. 1995. Genetic population structure and gene flow in the Atlantic Cod *Gadus morhua*: a comparison of allozyme and nuclear RFLP loci, *Genetics* 139:375-385.

Pogson, G.H., Taggart, C.T., Mesa, K.H., et R.G. Boutilier. 2001. Isolation by distance in the Atlantic Cod, *Gadus morhua*, at large and small geographical scales, *Evolution* 55:131-146.

Postolaky, A.I. 1974. Distribution of cod eggs in the south Labrador and north Newfoundland areas in 1973, ICNAF Research Document 74/55.

Purchase, C.F., et J.A. Brown. 2000. Interpopulation differences in growth rates and food conversion efficiencies of young Grand Banks and Gulf of Maine Atlantic Cod (*Gadus morhua*), *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57:2223-2229.

Purchase, C.F., et J.A. Brown. 2001. Stock-specific changes in growth rates, food conversion efficiencies, and energy allocation in response to temperature change in juvenile Atlantic Cod, *Journal of Fish Biology* 58:36-52.

Puvanendran, V., et J.A. Brown. 1998. Effect of light intensity on the foraging and growth of Atlantic Cod larvae: interpopulation difference? *Marine Ecology Progress Series* 167:207-214.

Rakitin, A., Ferguson, M.M., et E.A. Trippel. 2001. Male reproductive success and body size in Atlantic Cod, *Gadus morhua* L., *Marine Biology* 138:1077-1085.

Rideout, R.M., M.J. Morgan et G.R. Lilly. 2006. Variation in the frequency of skipped spawning in Atlantic Cod (*Gadus morhua*) off Newfoundland and Labrador, *ICES Journal of Marine Science* 63:1101-1110.

Robichaud, D., et G.A. Rose. 2004 Migratory behaviour and range in the Atlantic Cod: inference from a century of tagging, *Fish and Fishery* 5:185-214.

Rose, G.A., deYoung, B., Kulka, D.W., Goddard, S.V., et Fletcher, G.L. (2000). Distribution shifts and overfishing the northern cod (Gadus morhua): a view from the ocean, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Scences* 57:644-664.

Rose, G.A. (2004). Reconciling overfishing and climate change with stock dynamics of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) over 500 years, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 61:1553-1557.

Rose, G.A., et R.L. O'Driscoll. 2002. Capelin are good for cod: can the northern stock rebuild without them? *ICES Journal of Marine Science* 59:1018-1026.

Rose, G.A. (2003). Monitoring coastal Northern cod: towards an optimal survey of Smith Sound, Newfoundland, *ICES Journal of Marine Science* 60:453-462.

Rose, G.A., I.R. Bradbury, B. deYoung, S.B. Fudge, G.L. Lawson, L.G.S. Mello, R. Rideout, D.R. Robichaud, G. Sherwood, P.V.R. Snelgrove et M.J.S. Windle. 2008. Rebuilding Atlantic Cod: Lessons from a Spawning Ground in Coastal Newfoundland Resiliency of Gadid Stocks to Fishing and Climate Change, Alaska Sea Grant.

Rowe, S., J.A. Hutchings, D. Bekkevold et A. Rakitin. 2004. Depensation, probability of fertilization, and the mating system of Atlantic Cod, *ICES Journal of Marine Science* 61:1144-1150.

Rowe, S.H., et J.A. Hutchings. 2006. Sound production by Atlantic Cod during spawning, Transactions of the American Fisheries Society 135:529-538.

Rowe, S., J.A. Hutchings et J.E. Skjæraasen. 2007. Non-random mating in a broadcast spawner: mate size influences reproductive success in Atlantic Cod (*Gadus morhua*), *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 64:219-226.

Rowe, S., J.A. Hutchings, J.E. Skjæraasen et L. Bezanson. 2008. Morphological and behavioural correlates of reproductive success in Atlantic Cod *Gadus morhua*, *Marine Ecology Progress Series* 354:257-265.

Ruzzante, D.E., Taggart, C.T., Cook, D., et S.V. Goddard. 1996. Genetic differentiation between inshore and offshore Atlantic Cod (*Gadus morhua*) off Newfoundland: microsatellite DNA variation and antifreeze level, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53:634-645.

Ruzzante, D.E., Taggart, C.T. Cook., D., et S.V. Goddard. 1997. Genetic differentiation between inshore and offshore Atlantic Cod (*Gadus morhua*) off Newfoundland: a test and evidence of temporal stability, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54:2700-2708.

Ruzzante, D.E., Taggart, C.T., et D. Cook. 1998. A nuclear DNA basis for shelf- and bank-scale population structure in northwest Atlantic Cod (*Gadus morhua*) Labrador to Georges Bank, *Molecular Ecology* 7:1663-1680.

Ruzzante, D.E., Taggart, C.T., et D. Cook. 1999. A review of the evidence for genetic structure of cod (*Gadus morhua*) populations in the NW Atlantic and population affinities of larval cod off Newfoundland and in the Gulf of St. Lawrence, *Fisheries Research* 43:79-97.

Ruzzante, D.E., Taggart, C.T., Lang, S., et D. Cook. 2000a. Mixed-stock analysis of Atlantic Cod near the Gulf of St. Lawrence based on microsatellite DNA, *Ecological Applications* 10:1090-1109.

Ruzzante, D.E., Wroblewski, J.S., Taggart, C.T., Smedbol, R.K., Cook, D., et S.V. Goddard. 2000b. Bay-scale population structure in coastal Atlantic Cod in Labrador and Newfoundland, Canada, *Journal of Fish Biology* 56:431-447.

Ruzzante, D.E., Taggart, C.T., Doyle, R.W., et D. Cook. 2001. Stability in the historical pattern of genetic structure of Newfoundland cod (*Gadus morhua*) despite the catastrophic decline in population size from 1964 to 1994, *Conservation Genetics* 2:257-269.

Scott, W.B., et M.G. Scott. 1988. Atlantic fishes of Canada, University of Toronto Press, Toronto.

Shelton, P.A., et G.R. Lilly. 2000. Interpreting the collapse of the northern cod stock from survey and catch data, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57:2230-2239.

Shelton, P.A., et J. Morgan. 2005. Is bycatch mortality preventing the rebuilding of cod (*Gadus morhua*) and American plaice (Hippoglossoides platessoides) stocks on the Grand Bank? *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science* 36:1-17.

Shelton, P.A., A.F. Sinclair, G.A. Chouinard, R. Mohn et D.E. Duplisea. 2006. Fishing under low productivity conditions is further delaying recovery of Northwest Atlantic Cod (*Gadus morhua*), *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 63:235-238.

Sinclair, A.F. 2001. Natural mortality of cod (Gadus morhua) in the southern Gulf of St. Lawrence, *ICES Journal of Marine Science* 58:1-10.

Sinclair, A.F., Swain, D.P., et J.M. Hanson. 2002. Measuring changes in the direction and magnitude of size-selective mortality in a commercial fish population, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 59:361-371.

Smedbol, R.K., et J.S. Wroblewski. 1997. Evidence for inshore spawning of northern Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in Trinity Bay, Newfoundland, 1991-1993, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54:1777-186.

Smedbol, R.K., Shelton, P.A., Swain, D.P., Fréchet, A., et G.A. Chouinard. 2002. Review of population structure, distribution and abundance of cod (*Gadus morhua*) in Atlantic Canada in a species-at-risk context, Secrétariat canadien de consultation scientifique 2002/082.

Stansbury, D.E., Shelton, P.A., Murphy, E.F., Healey, B.P., et J. Brattey. 2001. An assessment of the cod stock in NAFO Divisions 3NO, NAFO SCR Document 01/72.

Suthers, I.M., K.T. Frank et S.E. Campana. 1989. Spatial comparison of recent growth in post-larval cod (*Gadus morhua*) off southwestern Nova Scotia: inferior growth in a presumed nursery area, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 46:113-124.

Swain, D.P. 1992. The functional basis of natural selection for vertebral traits of larvae in the stickleback *Gasterosteus aculeatus*, *Evolution* 46:987-997.

Swain, D.P., et A.F. Sinclair. 1994. Fish distribution and catchability: what is the appropriate measure of distribution? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 51:1046-1054.

Swain, D.P. 1999. Changes in the distribution of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in the southern Gulf of St. Lawrence - effects of environmental change or change in environmental preferences? *Fisheries Oceanography* 8:1-17.

Swain, D.P., G.A. Nielsen et D.E. McKay. 1995. Incorporating depth-dependent differences in fishing efficiency among vessels in the research survey time series for Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in the southern Gulf of St. Lawrence Can, Reports in Fisheries and Aquatic Sciences 2317, 20 p.

Swain, D.P., et D.L. Kramer. 1995. Annual variation in temperature selection by Atlantic Cod, *Gadus morhua*, in the southern Gulf of St. Lawrence, Canada, and its relation to population size, *Marine Ecology Progress Series* 116:11-23.

Swain, D.P., et M. Castonguay [Chairs]. 2000. Final Report of the 2000 Annual Meeting of the Fisheries Oceanography Committee, including the Report of the Workshop on the Cod Recruitment Dilemma, Canadian Stock Assessment Secretariat Proceedings Series 2000/17.

Swain, D.P., et K.T. Frank. 2000. Depth dependent vertebral trends of Atlantic Cod on the Magdalen Shallows and Scotian Shelf: stock mixing or microgeographic trends within populations? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57:2393-2401.

Swain, D.P., K.T. Frank et G. Maillet. 2001. Delineating stocks of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in the Gulf of St. Lawrence and Cabot Strait areas using vertebral number, *ICES Journal of Marine Science* 58:253-269.

Swain, D.P., L.G. Currie, G.A. Chouinard, G.A. Poirier, L. Savoie, H.T., et D. Daigle. 2007 Assessment of the southern Gulf of St. Lawrence cod stock, March 2007, Department of Fisheries and Oceans Canadian Stock Assessment Secretariat Research Document 2007/033, 120 p.

Swain, D.P., et G.A. Chouinard. 2008. Predicted extirpation of the dominant demersal fish in a large marine ecosystem: Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in the southern Gulf of St. Lawrence, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 65:2315-2319.

Taggart, C.T., Penney, P., Barrowman, N., et C. George. 1995. The 1954-1993 Newfoundland cod-tagging database: statistical summaries and spatial-temporal distributions, Canadian Technical Report of the Fisheries and Aquatic Sciences 2042.

Templeman, W. 1958. How cod spawn -- Nielsen's observations, Progress Report of Atlantic Coastal Stations 68:15-16.

Templeman, W. 1962. Division of cod stocks in the Northwest Atlantic, ICNAF Redbook, 1962 (III):79-129.

Templeman, W. 1981. Vertebral numbers in the Atlantic Cod, *Gadus morhua*, of the Newfoundland and adjacent areas, 1947-1971, and their use in delineating cod stocks, *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* 2:21-45.

Thompson, H. 1943. A biological and economic study of cod (Gadus callarius, L.) in the Newfoundland area including Labrador, p. 160, Newfoundland Department of Natural Resources Research Bulletin.

Trippel, E.A., Morgan, M.J., Frechet, A., Rollet, C., Sinclair, A., Annand, C., Beanlands, D., et L. Brown. 1997. Changes in age and length at sexual maturity of Northwest Atlantic Cod, haddock and Pollock stocks, 1972-1995, Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences No. 2157.

Trzcinski, M.K., Mohn, R., et W.D. Bowen 2006. Continued decline of an Atlantic Cod population: how important is gray seal predation? *Ecological Applications* 16(6):2276-2292.

Tupper, M., et R.G. Boutilier. 1995. Effects of habitat on settlement, growth, and postsettlement survival of Atlantic Cod (*Gadus morhua*), *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 52:1834-1841.

Waples, R.S. 1991. Pacific salmon, *Oncorhynchus* spp., and the definition of "species" under the Endangered Species Act, *Marine Fisheries Review* 53:11-21.

Windle, M.J.S., et G.A. Rose. 2005. Migration route familiarity and homing of transplanted Atlantic Cod (*Gadus morhua*), *Fisheries Research* 75:193-199.

Windle, M.J.S., et G.A. Rose. 2007. Do cod form spawning leks? Evidence from a Newfoundland spawning ground, *Marine Biology* 150:671-380.

Wise, J.P. 1963. Factors affecting number and quality of returns from tagging cod with different and using different methods of capture in ICNAF divisions 4X and 5Y in 1957, Special Publication ICNAF 4:101.

Worcester, T., J. Brattey, G.A. Chouinard, D. Clark, K.J. Clark, J. Deault, M. Fowler, A. Fréchet, J. Gauthier, B. Healey, D. Maddock Parsons, R. Mohn, M.J. Morgan, E.F. Murphy, P. Schwab, D.P. Swain, et M. Treble. 2009. Status of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in 2008, DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/027. v + 112 p.

AUTHORITIES CONSULTED

Blaney, S. Assistant Director Atlantic Canada Conservation Data Centre Sackville (Nouveau-Brunswick).

Boates, S. Manager, Wildlife Resources, gouvernement de la Nouvelle-Écosse.

Brattey, J. Décembre 2008, février 2009. Chercheur scientifique, ministère des Pêches et des Océans, Région de Terre-Neuve-et-Labrador, St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador).

Clark, D. Octobre 2008. Chercheur scientifique, ministère des Pêches et des Océans, Régions des Maritimes, St. Andrews (Nouveau-Brunswick).

Deault, J. Octobre 2008. Ministère des Pêches et des Océans Canada, Ottawa.

Emberley, Jamie. Décembre 2008. Ministère des Pêches et des Océans, Région de Terre-Neuve-et-Labrador, St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador).

Fowler, M. Décembre 2008. Chercheur scientifique, ministère des Pêches et des Océans, Régions des Maritimes, Dartmouth (Nouvelle-Écosse).

Fréchet, A. Octobre 2008. Chercheur scientifique, ministère des Pêches et des Océans, Région des Laurentides, Mont-Joli (Québec).

Gillis, D. Octobre 2008. Ministère des Pêches et des OcéansCanada, Ottawa.

Healey, Brian. Décembre 2008. Chercheur scientifique, ministère des Pêches et des Océans, Région de Terre-Neuve-et-Labrador, St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador).

Mawhinney, K. Octobre 2008. Service canadien de la faune.

Mohn, R.K. Décembre 2008; février 2009. Chercheur scientifique, ministère des Pêches et des Océans, Régions des Maritimes, Dartmouth (Nouvelle-Écosse).

Morgan, M.J. Décembre 2008. Chercheur scientifique, ministère des Pêches et des Océans, Région de Terre-Neuve-et-Labrador, St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador).

Nantel, P. Octobre 2008. Parcs Canada

Power, D. Décembre 2008. Chercheur scientifique, ministère des Pêches et des Océans, Région de Terre-Neuve-et-Labrador, St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador).

Rose, G.A. 2008, 2009. Memorial University of Newfoundland, St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador).

Siferd, T. 2008. Chercheur scientifique, ministère des Pêches et des Océans, Winnipeg (Manitoba).

Swain, D.P. Octobre 2008; décembre 2008; février 2009. Chercheur scientifique, ministère des Pêches et des Océans, Région du Gulf, Moncton (Nouveau-Brunswick).

Toner, M. Species at Risk Biologist. DNR (Nouveau-Brunswick).

Treble, M. 2008. Chercheur scientifique, ministère des Pêches et des Océans, Winnipeg (Manitoba).

SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DU RÉDACTEUR DU RAPPORT

Ian Bradbury est détenteur d'une bourse de perfectionnement post-doctoral à l'Université de Windsor, en Ontario. Depuis plus d'une décennie, ses travaux portent sur la dynamique des œufs et des larves, les déplacements et l'évolution de la morue. M. Bradbury a publié plusieurs articles sur de nombreux aspects du cycle vital de la morue, allant de la reproduction et de la fécondité à la structure génétique spatiale.

ANNEXE 1 : Données sur les tendances des populations pour chacune des unités de gestion de la morue franche reconnues par Pêches et Océans Canada

1. Morue présente dans les eaux marines de l'Arctique (0AB)

Structure des stocks

Il existe très peu de données sur l'abondance de la population de morue dans cette région. Les relevés pour les eaux du large ont été réalisés de 1999 à ce jour et ont généré peu de prises, mais on en sait en général très peu sur la structure des stocks. Les données sur les prises dans l'environnement marin ont été fournies par Tim Siferd (Pêches et Océans Canada) d'après les relevés du MPO et de la Northern Shrimp Research Foundation. En plus d'un nombre limité de morues dans les eaux du large, la morue est présente dans trois lacs méromictiques (lacs Ogac, Qasigialiminiq et Tariujarusiq) au sud de l'île de Baffin. Ces lacs sont caractérisés par des barrières physiques qui limitent la connectivité avec l'environnement côtier (Hardie, 2007), ce qui crée un niveau élevé d'isolement génétique par rapport aux stocks marins et entre les lacs (Hardie *et al.*, 2006).

Cycle vital

Il existe très peu de renseignements sur le cycle vital. Hardie (2007) suggère que pour les populations des lacs, la taille à 50 % de la maturité est de 36 cm (mâles) et de 42 cm (femelles), tandis que l'âge à 50 % de la maturité varie entre 3,9 et 5,0 ans. On ne sait rien du cycle vital de la morue dans l'environnement marin.

Tendances de l'abondance

Bien qu'aucune évaluation régulière ne soit réalisée dans ces lacs, une étude par marquage et recapture a été réalisée de 1957 à 1962 et une récente estimation de la taille de la population (2003-2004) dans le lac Ogac indique qu'il y a peu de changement, alors qu'on estime le nombre d'individus mesurant > 60 cm à 500 et ceux mesurant > 25 cm à 10 000 (Hardie *et al.*, 2006; idem, 2008). Il existe peu de données sur l'abondance pour la morue présente en eaux marines dans cette région.

Menaces

Actuellement, la principale menace pour ces populations est la pêche récréative.

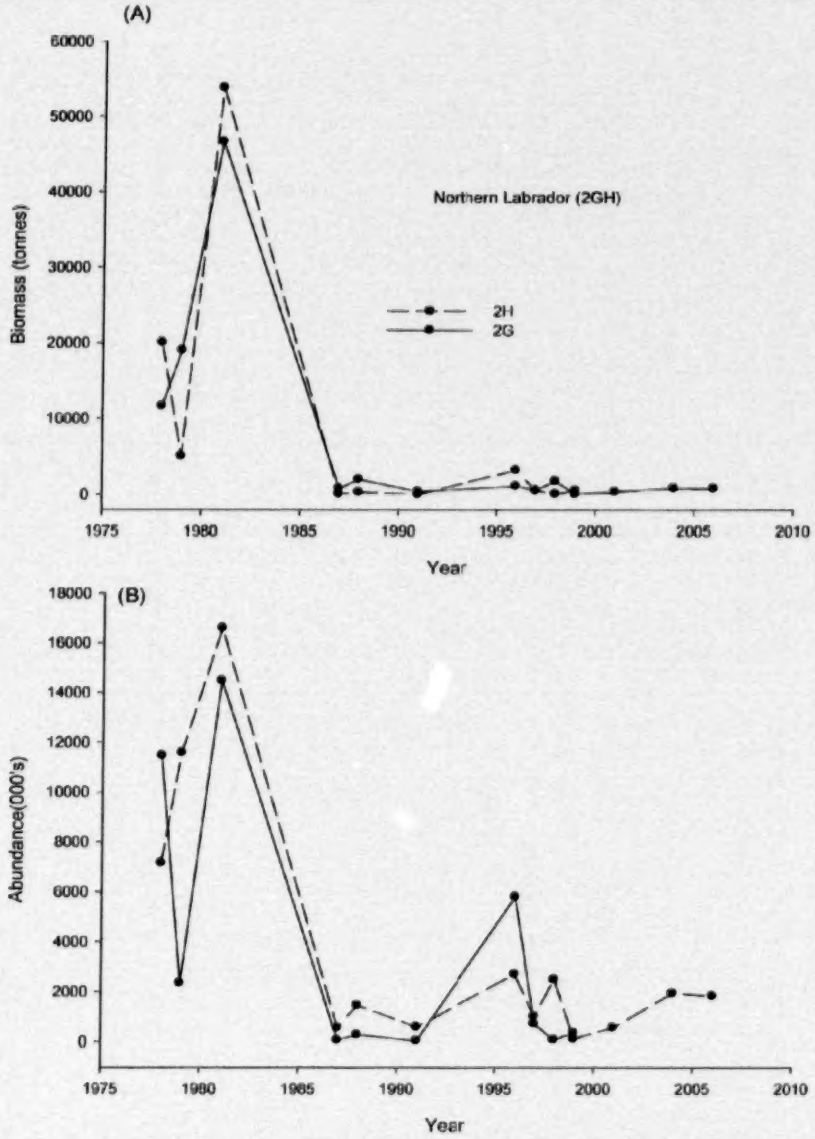
2. Nord du Labrador (2GH)

Structure des stocks

Templeman (1962) a inclus les morues de Terre-Neuve-et-Labrador dans un seul stock, tout en reconnaissant que des données futures pourraient séparer les stocks dans cette région. La présence d'un gradient géographique dans les taux de croissance de Labrador à Terre-Neuve (Fleming, 1960) est cohérente avec l'isolement des populations de Terre-Neuve.

Tendances de l'abondance

Il existe très peu de données sur l'abondance de la population de morue dans cette région. L'utilisation des données disponibles est compliquée par le fait qu'avant 1986, les relevés étaient réalisés sur des transects linéaires (c.-à-d. par échantillonnage non aléatoire), alors que par la suite on a effectué des relevés par échantillonnage aléatoire stratifié, ainsi que par le fait que l'équipement a été changé en 1995, passant d'un chalut Engel à un chalut Campelen. Les données présentées dans ce document proviennent de Smedbol *et al.* (2002) et de Worcester *et al.* (2009), et elles ont été fournies par D. Power de Pêches et Océans Canada (figure A1). Si l'on estime l'âge à la maturité à 5,25 ans pour la période de 1947 à 1950 (Smedbol *et al.*, 2002), la morue du nord du Labrador a subi une baisse de 95 % au cours des 3 dernières générations, d'après les données disponibles (tableau 1).



Veuillez voir la traduction française ci-dessous :

Biomass (tonnes) = Biomasse (tonnes)
Abundance (000's) = Abondance (en milliers)
Year = Année
Northern Labrador (2GH) = Nord du Labrador

Figure A1. Variation temporelle de la biomasse (A) et du nombre d'individus (B) dans le stock du Labrador (2GH). Données du relevé du navire scientifique du MPO. Voir Worcester *et al.*, 2009 pour obtenir plus de détails.

Zone d'occupation

La couverture du relevé de 2GH est limitée, et le calcul de la zone d'occupation n'est donc pas considéré comme étant valide.

Menaces pour le rétablissement

Les débarquements commerciaux sont minimes. La prise accessoire de morues au cours de la pêche aux crevettes dans 2G de 2004 à 2007 était annuellement de 241 kg à 500 kg (Orr, 2008).

3. Morue du nord-est de la plate-forme de Terre-Neuve, ou « morue du Nord » (2J3KL)

Structure des stocks

Templeman (1962) a indiqué que la morue du nord du Labrador jusqu'à la portion nord des Grands Bancs représentait un seul stock. De plus en plus de preuves donnent à penser qu'il existe une séparation entre les composantes des stocks constituées des migrateurs extracôtierss et des résidents côtiers. Par le passé, on mettait l'accent dans cette région sur les morues côtières/extracôtières, tandis qu'une grande partie des travaux réalisés depuis le dernier rapport a documenté la présence d'une composante côtière de morue franche dans 2J3KL, laquelle représente actuellement une importante portion du stock global (Bradbury *et al.*, 2008). Les données d'étiquetage et de télémétrie (Brattey et Healey, 2003; idem, 2005; idem, 2007; Brattey *et al.*, 2008a) ainsi que les données hydroacoustiques (MPO, 2008) appuient solidement la conclusion voulant qu'il y ait une composante côtière résidente de morue du Nord qui passe l'hiver dans le passage Smith et se disperse aux alentours de la région côtière pendant les mois d'été. De récents travaux ont montré la présence d'une population côtière génétiquement isolée dans la baie Gilbert, au Labrador, qui se distingue de la morue côtière de Terre-Neuve, ce qui souligne le potentiel de divergence génétique et adaptative à petite échelle au sein de la composante côtière du stock (Ruzzante *et al.*, 1998; Beacham *et al.*, 2002). De plus, de récentes preuves appuient la présence renouvelée de morues dans les eaux côtières et de morues extracôtières parcourant la migration traditionnelle vers la côte nord-est de Terre-Neuve pendant les mois d'été (Worcester *et al.*, 2009; J. Brattey, comm. pers.).

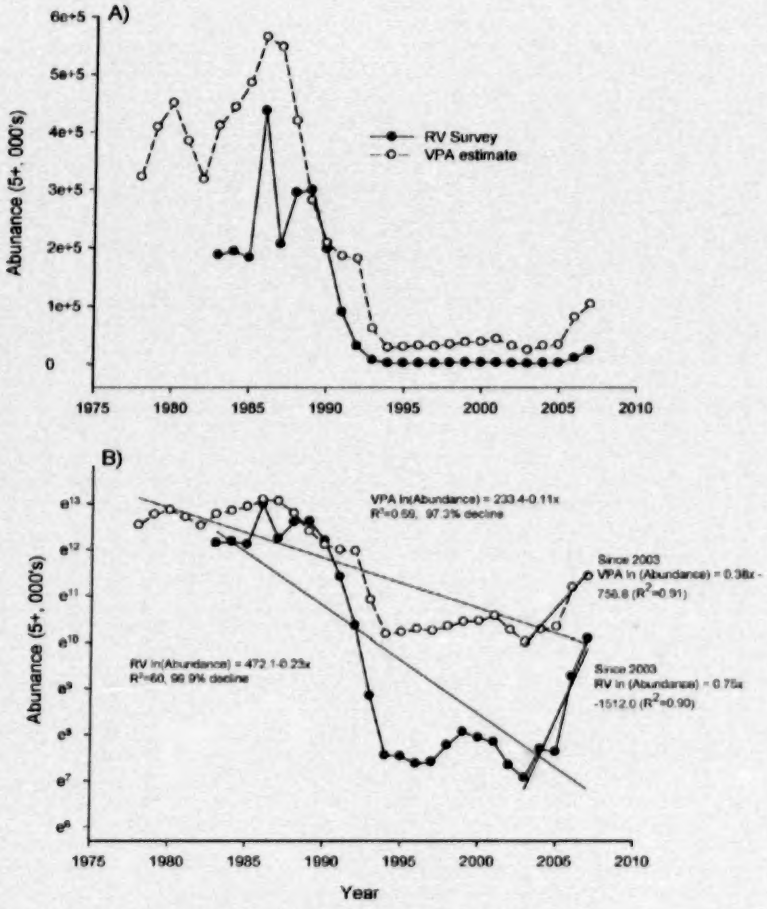
Cycle vital

L'âge à la maturité a changé considérablement depuis les années 1950. L'âge estimé à 50 % de la maturité était de 6-7 ans durant les années 1950, puis cet âge a diminué à 6,0 durant les années 1960, et il est actuellement de 4,9 à 5,7 pour les cohortes depuis 1990 sans qu'il y ait de tendance apparente. Ainsi, en l'absence de pêche, on estime la durée d'une génération à 6+(1/0,2) = 11 ans, soit 33 ans pour la durée de 3 générations. Cette diminution de l'âge à la maturité a été attribuée aux changements évolutifs induits par la pêche sur le plan du cycle vital du stock

(Olsen *et al.*, 2004; idem, 2005). Bien que l'incidence des changements touchant le cycle vital sur la productivité du stock soit inconnu, la fécondité de la morue de l'unité de gestion 2J a été examinée par Fudge et Rose (2008). Ils ont montré que la fécondité est actuellement de > 75 % du niveau préindustriel, ce qui donne à penser qu'il y a un effet compensatoire; cependant, le mécanisme exact n'est pas clairement défini.

Tendances de l'abondance

Les estimations de l'abondance à long terme sont principalement disponibles pour la portion mature de la composante hauturière du stock, et deux types d'estimations sont disponibles. À l'heure actuelle, aucune analyse de la population virtuelle (APV) n'est acceptée pour 2J3KL (voir Brattey *et al.*, 2008b pour l'évaluation de 2008). Les estimations de l'APV sont disponibles auprès de Baird *et al.* (1992) pour les années 1962 à 1977 et auprès de Bishop *et al.* (1993) pour les années 1978 à 1992. En l'absence d'estimations contemporaines basées sur l'APV, des tendances temporelles pour l'abondance ont été examinées en utilisant 2 approches. Tout d'abord, les expansions aérales du relevé d'abondance ont été calculées en utilisant le nombre d'unités chalutables dans le secteur du relevé et la prise moyenne selon l'âge par trait (voir Worcester *et al.*, 2009). Ces données étaient basées sur le relevé automnal du navire scientifique qui est réalisé depuis 1981. Cette période comprend la transition du chalut Engel au chalut Campelen (1994), et donc les données sont converties en équivalent-Campelen (figure A2a). Les données du relevé présentées dans ce document sont fondées sur les strates de « l'indice extracôtier », et elles représentent les strates qui ont été capturées avec le plus de constance depuis le début du relevé; ces données ont été fournies par J. Brattey, Pêches et Océans Canada. Ensuite, les estimations de l'APV existantes pour 2J3KL ont été extrapolées dans le temps, comme dans le précédent rapport (COSEPAC, 2003), en utilisant une régression de l'APV et les données du relevé du navire scientifique pour la période de chevauchement. Pour réaliser cette estimation, une régression du logarithme du taux de capture des relevés (nombre par trait pour les individus âgés de 5 ans et plus) sur le logarithme des estimations de l'abondance obtenues par APV ($r = 0,74$, $p < 0,01$) a été effectuée en intégrant les données sur le taux de capture des relevés de 1993 à 2001 pour estimer le nombre d'individus (figure A2). Quelle que soit la source des données, le taux de déclin sur 3 générations observé chez la morue du Nord dépassait 97 % (figure A2b, tableau A1). Depuis 2003, ces 2 types de données indiquent une certaine augmentation du point de vue de l'abondance (figure A2b). Un relevé hydroacoustique effectué dans les eaux du large, du chenal Hawke à l'extrémité du Grand Banc, a estimé en 2007 que la biomasse était de 2 600 t (3L), de 4 000 t (2J) et de 17 000 t (3K) (Mello et Rose, 2008). Néanmoins, les estimations actuelles pour la région côtière 2J3KL sont encore historiquement faibles (< 8 % des niveaux de 1980).



Veuillez voir la traduction française ci-dessous :

Abundance (5+, 000's) = Abondance (5 ans et +, en milliers)
RV Survey = Relevé du navire scientifique
VPA estimate = Estimation de l'AVP
Year = Année
RV ln(Abundance) = Relevés du navire scientifique (abondance)
decline = déclin
VPA ln(Abundance) = AVP (abondance)
Since 2003 RV ln(Abundance) = Relevés du navire scientifique depuis 2003 (abondance)
Since 2003 VPA ln(Abundance) = AVP depuis 2003 (abondance)

Figure A2. (A) Variation temporelle de l'abondance des individus matures dans le stock de morue du Nord (2J3KL). (B) Estimation du taux de déclin sur trois générations. Données du relevé du navire scientifique provenant de Worcester *et al.*, 2009. Aucune estimation de l'APV n'est disponible depuis 1992 (Bishop *et al.*, 1993). Selon le COSEPAC (2003), les données présentées représentent une extrapolation fondée sur la relation (r = 0,74) entre l'abondance basée sur l'APV et l'abondance déterminée par le relevé du navire scientifique pour la période de 1983 à 1992. Cette extrapolation est réalisée uniquement pour calculer le taux de déclin. Les relations associées aux récentes tendances positives (depuis 2003) sont également notées.

Tableau A1. Sommaire des estimations de taux de déclin pour chaque subdivision de l'OPANO. Les estimations en caractères gras représentent une augmentation par rapport à 2003.

Stock	Âge à la maturité	Durée d'une génération	Type de données	Période	Taux de changement	Estimation de 2003
1. 2GH	5,25	11	Relevé du navire scientifique	1978-2006	-85 %	S.O.
					S.O.	S.O.
2. 2J3KL	6	11	Relevé du navire scientifique	1983-2007	-99 %	-99,9
			AVP	1978-2007*	-97 %	-97
3. 3NO	6	11	Relevé du navire scientifique	1959-2007	-99 %	-95
			AVP	1984-2007	-97 %	-98
4. 3Ps	6	11	Relevé du navire scientifique	1983-2007	-65 %	-47
			AVP	1959-2007*	-41 %	-46
5. 3Pn4RS	4	9	Relevé du navire scientifique	1990-2007	-58 %	-64
			AVP	1974-2008	-97 %	-93
6. 4T	4,5	9,5	Relevé du navire scientifique	1950-2008	-86 %	+27
			AVP	1971-2007	-83 %	-23
7. 4Vn	4,5	9,5	Relevé du navire scientifique	1970-2007	-91 %	-4
			AVP	1981-2007*	-94 %	-95
8. 4VSw	4	9	Relevé du navire scientifique	1970-2007	-93 %	-92
			AVP	1970-2007	-80 %	-75
9. 4X	2,5	7,5	Relevé du navire scientifique	1970-2007	-73 %	-53
			AVP	1948-2008*	-72 %	-78
10. $5Z_{jm}$	2,5	7,5	Relevé du navire scientifique du MPO	1986-2008	+3,7 %	+6
			AVP	1978-2007	-49 %	-70

*Données de l'AVP extrapolées à l'aide de l'approximation linéaire de la relation avec les données du relevé du navire scientifique pour la période de chevauchement.

Zone d'occupation

Entre 1983 et 1995, la zone d'occupation pour les eaux du large a diminué d'environ 260 000 km^2 à 80 000 km^2, tandis que l'indice D95 est passé de 170 000 km^2 à environ 50 000 km^2. Après une augmentation initiale à 225 000 km^2 pour la zone d'occupation et à 140 000 km^2 pour l'indice D95, respectivement, on a récemment observé peu de changement.

Menaces pour le rétablissement

La capture dirigée dans la zone 2J3KL est substantielle, bien qu'elle ne soit pas entièrement connue. En 2003, la plupart des captures étaient associées à un taux inhabituel de mortalité côtière due à l'eau extrêmement froide dans le passage Smith (Colbourne *et al.*, 2003). En 2006, 2007 et 2008, la pêche d'« intendance » dirigée et la pêche récréative de la morue ont été rouvertes dans les eaux côtières avec des débarquements en 2006 de 2 679 t, incluant 380 t pour la pêche récréative, 159 t pour les pêches sentinelles et 45 t pour les prises accessoires, dont 20 t provenaient des eaux du large. Des débarquements similaires ont été signalés en 2007 pour un total de 2 364 t, incluant 2 192 t pour les captures dirigées, 172 t pour les prises accessoires et 182 t pour les pêches sentinelles. En 2008, le total de débarquements a augmenté à 4 162 t, incluant une estimation pour la pêche récréative basée sur un sondage téléphonique. Avant 2008, les débarquements pour la pêche récréative ne sont pas disponibles, et donc le total des captures demeure inconnu. L'incidence de la mortalité naturelle dans la zone 2J3KL n'est pas bien comprise. Il semble possible que le taux élevé de mortalité ait contribué au total élevé de mortalité observé dans les eaux du large à la fin des années 1990 et jusqu'en 2002. La source de ce taux élevé de mortalité demeure incertaine, et les causes possibles comprennent une augmentation de la prédation par les mammifères marins ou d'autres changements touchant les écosystèmes. Depuis 2002, il semble que la mortalité naturelle ait significativement diminué; cependant, la cause est actuellement inconnue et on ne sait pas non plus pendant combien de temps cette faible mortalité naturelle continuera.

Les estimations annuelles du taux d'exploitation (Brattey et Healey, 2005; idem, 2007) indiquent que durant la période de 1998 à 2002, le taux d'exploitation dans les eaux côtières était de 10 à 17 %, avec un pic à 37 % en 1999 dans la division 3Ki. Le taux d'exploitation a chuté avec la fermeture des pêches (de 2 à 9 %) durant la période de 2003 à 2005, mais il a augmenté en 2006 et 2007 de 6 à 20 %, selon la région. Comme indiqué ci-dessus, il est possible que les morues des eaux du large de la zone 2J3KL continuent d'entreprendre leurs migrations en quête de nourriture vers les eaux côtières pendant l'été. Au niveau actuel de l'abondance de la population des eaux du large, les niveaux d'exploitation dans les eaux côtières représentent un risque significatif pour la croissance du stock extracôtier (Brattey *et al.*, 2008b; Shelton *et al.*, 2006). Il est utile de noter que la fermeture des pêches en 2003 et le plus petit nombre de débarquements en 2004-2005 ont coïncidé avec un déclin de la mortalité et une survie accrue dans les eaux du large. Le taux de capture des pêches sentinelles dans les eaux côtières a également commencé à augmenter au cours de cette période.

Les prises accessoires représentent une autre menace significative pour la morue dans la zone 2J3KL. Les prises accessoires sont courantes dans la pêche au lompe, au turbot et à la plie rouge au moyen de filets maillants. Au cours des années 2004 et 2005, d'importantes prises accessoires de morue (> 600 t) ont été réalisées dans les eaux côtières, la plupart du temps dans la zone 3KL, au cours de la pêche à la plie rouge (*Pseudopleuronectes americanus*), bien qu'il soit bien connu que la plie rouge a une valeur commerciale limitée et qu'il s'agissait en fait d'une pêche visant la morue. La prise accessoire de morues survient aussi au cours de la pêche au hareng avec des filets maillants, de la pêche au capelan avec un filet de fond, de la pêche avec un filet à boette et de la pêche aux crevettes, bien que ce type de prises accessoires ait diminué considérablement avec l'introduction de la grille Nordmore en 1993 (Kulka, 1998). Le total des rejets à partir de gros navires de pêche aux crevettes dans la zone 2J3K a été de 5 t en 1995 et de 13 t en 1996 (Kulka, 1998).

La prédation par des mammifères marins demeure une préoccupation. Pour ce stock, de nouveaux renseignements sont disponibles à propos de l'influence de la prédation par les mammifères marins sur le rétablissement du stock. De précédentes évaluations (MPO, 2008) ont conclu que la prédation par les phoques est vraisemblablement un facteur majeur contribuant aux niveaux élevés de mortalité dans les eaux côtières et les eaux du large.

Durant la période de 2003 à 2007, la mortalité totale estimée par Sinclair (2001) était de 0,346 (± 0,174 d'écart type) ou de 29 % annuellement (tableau A2). Cette valeur représente un déclin significatif par rapport à la précédente période. Étant donné que la pression de pêche n'a pas diminué au cours de cette période, la diminution de la mortalité totale semble être vraisemblablement le résultat de diminutions de la mortalité naturelle, mais il s'agit uniquement d'une supposition.

4. Sud du Grand Banc (3NO)

Structure des stocks

En été dans la zone 3NO, les morues sont couramment distribuées dans les parties les moins profondes du Grand Banc, telles que dans les hauts-fonds du Sud-Est, tandis qu'elles se retrouvent en hiver sur les pentes du banc.

Cycle vital

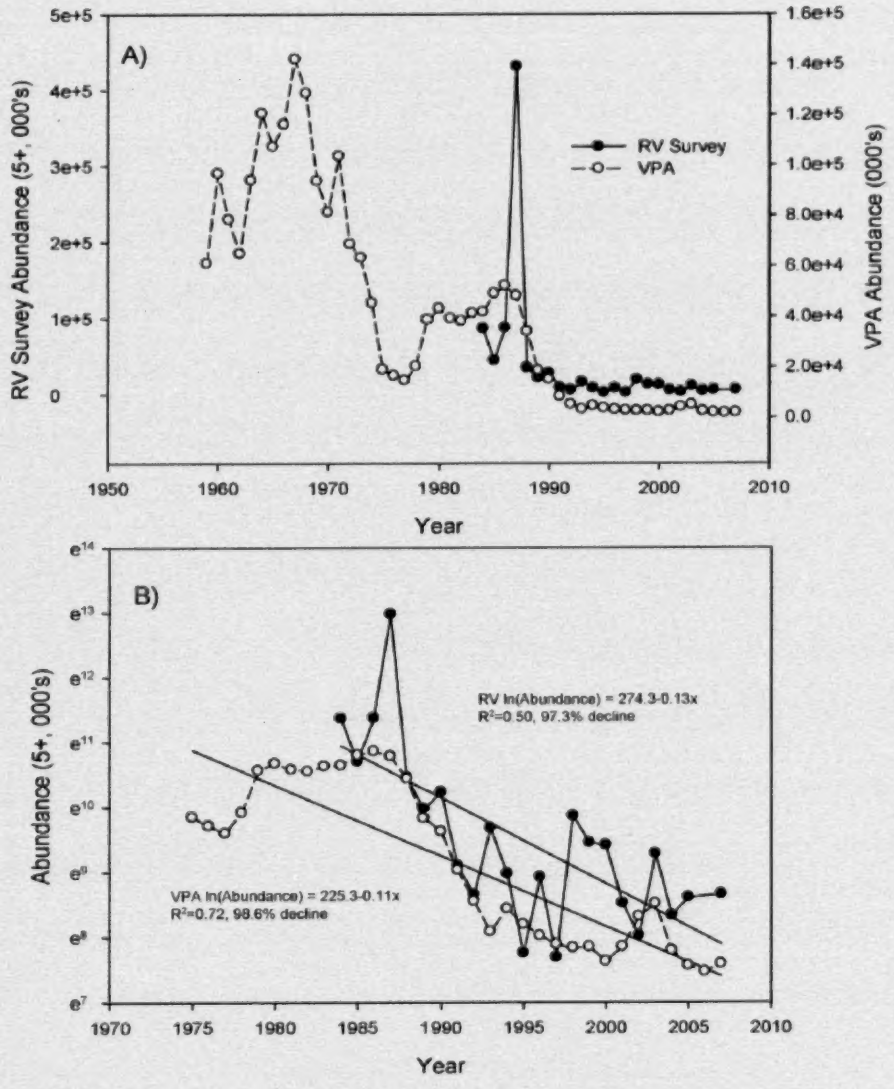
Comme il a été indiqué, on a observé une variation de l'âge à la maturité au cours des 40 à 50 dernières années dans la zone 3NO. En effet, l'âge à la maturité est passé de 6-6,5 ans à moins de 5 ans et, en dépit d'un certain rétablissement, la cohorte actuelle semble atteindre la maturité à < 6 ans (Trippel *et al.*, 1997; Stansbury *et al.*, 2001). Ainsi, en l'absence de pêche, la durée d'une génération est estimée à 11 ans, soit 33 ans pour la durée de 3 générations.

Tableau A2. Estimations de la mortalité totale (Z) pour les stocks de morues dans les eaux canadiennes. Estimations basées sur la portion descendante de la courbe de prises estimée par analyse de covariance d'après Sinclair (2001).

Stock/ division de l'OPANO	Source des données	Groupes d'âge considérés	Années du relevé	Z (écart type)	Pourcentage de mortalité annuelle
2J3KL	Brattey *et al.*, 2008	4-6	2003-2007	0,346 (0,174)	29 %
3NO	Morgan *et al.*, 2007	4-6	2006-2006	0,519 (0,214)	40 %
3Ps	Brattey *et al.*, 2008	5-8	2002-2007	0,899 (0,124)	59 %
3Pn4RS	Alain Frechet, comm. pers.	5-10	2004-2008	0,792 (0,052)	55 %
4T	Swain *et al.*, 2008	7-11	2004-2008	0,722 (0,114)	51 %
4Vn	M. Fowler, comm. pers.	5-10	2003-2007	0,791 (0,117)	55 %
4VsW	R. Mohn, comm. pers.	3-8	2004-2008	0,845 (0,151)	57 %
4X	J. Emberley, comm. pers.	4-7	2004-2008	1,420 (0,273)	76 %
$5Z_{jm}$	Clarke *et al.*, 2008	4-7	2003-2007	0,437 (0,193)	35 %

Tendances de l'abondance

Les données sur les taux de capture du relevé printanier du navire scientifique et les estimations de l'APV pour l'abondance proviennent de Morgan *et al.*, (2007) et elles ont été fournies par J. Morgan, Pêche et Océans Canada. Comme il a été indiqué ci-dessus, les expansions aérales du relevé d'abondance ont été calculées en utilisant le nombre d'unités chalutables dans le secteur du relevé et la prise moyenne selon l'âge par trait. Encore une fois, ce calcul était fondé sur le relevé automnal du navire scientifique et toutes les données sont présentées en équivalent-Campelen (figure A3a). L'abondance totale contemporaine représente environ 2 % de l'abondance moyenne des années 1960 et 25 % de l'abondance de 2002. L'abondance des individus matures représente environ 40 % de l'estimation de 2002 (figure A3a). Les estimations du taux de déclin sur 3 générations indiquent une baisse de 98 % et de 97 % respectivement à l'aide des données du relevé du navire scientifique et de l'AVP (figure A3b, tableau A1).



Veuillez voir la traduction française ci-dessous :

RV Survey Abundance (5+, 000's) = Abondance déterminée par les relevés du navire scientifique (5 ans et +, en milliers)
VPA abundance (000's) = Abondance de l'AVP (en milliers)
RV Survey = Relevé du navire scientifique
VPA estimate = Estimation de l'AVP
Year = Année
RV ln(Abundance) = Relevés du navire scientifique (abondance)
decline = déclin
VPA ln(Abundance) = AVP (abondance)

Figure A3. (A) Variation temporelle de l'abondance des individus matures dans le stock de morue du sud du Grand Banc (3N0). (B) Estimation du taux de déclin sur trois générations. Données de Morgan *et al.*, 2007.

Zone d'occupation

Entre 2002 et 2007 (depuis le dernier rapport), la zone d'occupation a augmenté de 61 000 km^2 à 93 000 km^2 et l'indice D95 est passé de 29 000 km^2 à 48 000 km^2. Cette augmentation est semblable à l'augmentation de 1996 à 2001 et se situe dans l'intervalle de variation observée. En tenant compte de ces données en plus des données sur l'abondance, il semble que les morues dans 3NO aient été moins regroupées au cours des dernières années en dépit de leur faible abondance.

Menaces pour le rétablissement

Le MPO a déterminé que la mortalité par pêche représentait la principale menace pour la morue dans 3NO. Les prises dans 3NO ont atteint un sommet en 1967 avec 227 000 t, puis les prises ont par la suite diminué. Après le moratoire, les prises ont augmenté de 170 t en 1995 à 4 800 t en 2003. Depuis 2003, les prises ont été inférieures à 1 000 t. Au niveau de pêche actuel, on prévoit que la biomasse reproductrice diminuera de 6 % d'ici 2012 (Shelton et Morgan, 2005). Durant la période de 2002 à 2006, la mortalité totale estimée par Sinclair (2001) était de 0,519 (± 0,214 d'écart type) ou de 40 % annuellement (tableau A2).

5. Banc Saint-Pierre (3Ps)

Structure des stocks

Les résultats d'étiquetage dans différentes régions de la division 3Ps (Brattey et Healey, 2004; idem, 2005; idem, 2006) semblent indiquer que le stock comprend plusieurs composantes extracôtières et plusieurs composantes côtières dans la baie Placentia et la baie Fortune et qu'il y a peu de mélange entre ces types de composantes. Des migrations régulières vers la côte semblent être observées chez les poissons du large, ce qui entraîne leur mélange avec les poissons côtiers durant l'été et l'automne. Des examens portant sur les premiers stades du cycle vital réalisés dans la baie Placentia semblent indiquer que de grandes quantités d'œufs et de larves sont exportées à partir de la baie au début de la saison, mais il se peut que le recrutement local survienne plus tard durant l'été quand les températures se réchauffent (Bradbury *et al.*, 2001; idem, 2003; idem, 2008). La production d'œufs dans la tête de la baie Placentia n'était pas en corrélation avec le recrutement local mais plutôt avec le recrutement dans l'ensemble du stock, ce qui indique qu'il y a une corrélation ou un certain lien (Rose *et al.*, 2008). La comparaison du taux de fidélité reproductrice sur plusieurs années à l'égard des frayères dans la baie Placentia (~ 50 %) et de l'exportation d'œufs à partir de la baie (~ 100 % au printemps) indique que le mélange, s'il se produit, peut avoir lieu principalement au début du cycle vital.

Cycle vital

D'après les données des années 1960 et 1970, l'âge à 50 % de la maturité est d'environ 6-7 ans pour la morue du banc Saint-Pierre (Brattey *et al.*, 2001a; Worcester *et al.*, 2009). Ainsi, en l'absence de pêche, la durée d'une génération est estimée à 11 ans, soit 33 ans pour la durée de 3 générations.

Tendances de l'abondance

Les données des relevés du navire scientifique sont tirées de Worcester *et al.* (2009) et elles ont été fournies par B. Healey, Pêche et Océans Canada. Les données sur l'abondance de la portion mature de la population, estimée par APV, sont aussi tirées de Brattey *et al.* (2001). La première année pour laquelle on dispose de données de relevés scientifiques est 1983. Il est utile de noter que les relevés du navire scientifique ont été réalisés durant l'hiver au cours des années 1972 à 1993, mais que ces relevés ont été déplacés au printemps en raison des préoccupations liées au mélange hivernal avec l'unité de gestion 3Pn4RS (Worcester *et al.*, 2009). De plus, depuis 1997, le relevé a été modifié pour inclure la strate côtière, ce qui agrandit le secteur du relevé de 12 %. Comme avec les précédents stocks de Terre-Neuve, toutes les données sont présentées en équivalent-Campelen afin de tenir compte du changement par rapport au chalut Engel. Les estimations de l'abondance obtenues de la dernière AVP acceptée (John Brattey, comm. pers.) couvrent la période de 1959 à 2000 (figure A4a). Les taux de déclin sur 3 générations observés chez les morues du banc Saint-Pierre étaient de 65 % et de 41 % respectivement pour le relevé du navire scientifique et l'AVP (figure A4b, tableau A1). Les estimations de l'abondance totale et de l'abondance d'individus matures ont été très variables au fil du temps; cependant, depuis 2002, le nombre d'individus matures a chuté de 75 %. L'évaluation de 2009, basée sur le relevé printanier du navire scientifique du MPO, indique que le stock a diminué depuis 2004 selon un facteur de 3. Les autres sources de données comprennent les pêches sentinelles du MPO, lesquelles ont diminué clairement durant la fin des années 1990 et sont depuis demeurées faibles et stables (Maddock Parsons et Stead, 2007). En outre, un relevé effectué par l'industrie (de 1997 à 2005, McClintock, 2007; Worcester *et al.*, 2009) indique que l'indice de l'abondance totale est hautement variable, tandis que les valeurs de 2004 et de 2005 ont été des minimums records.

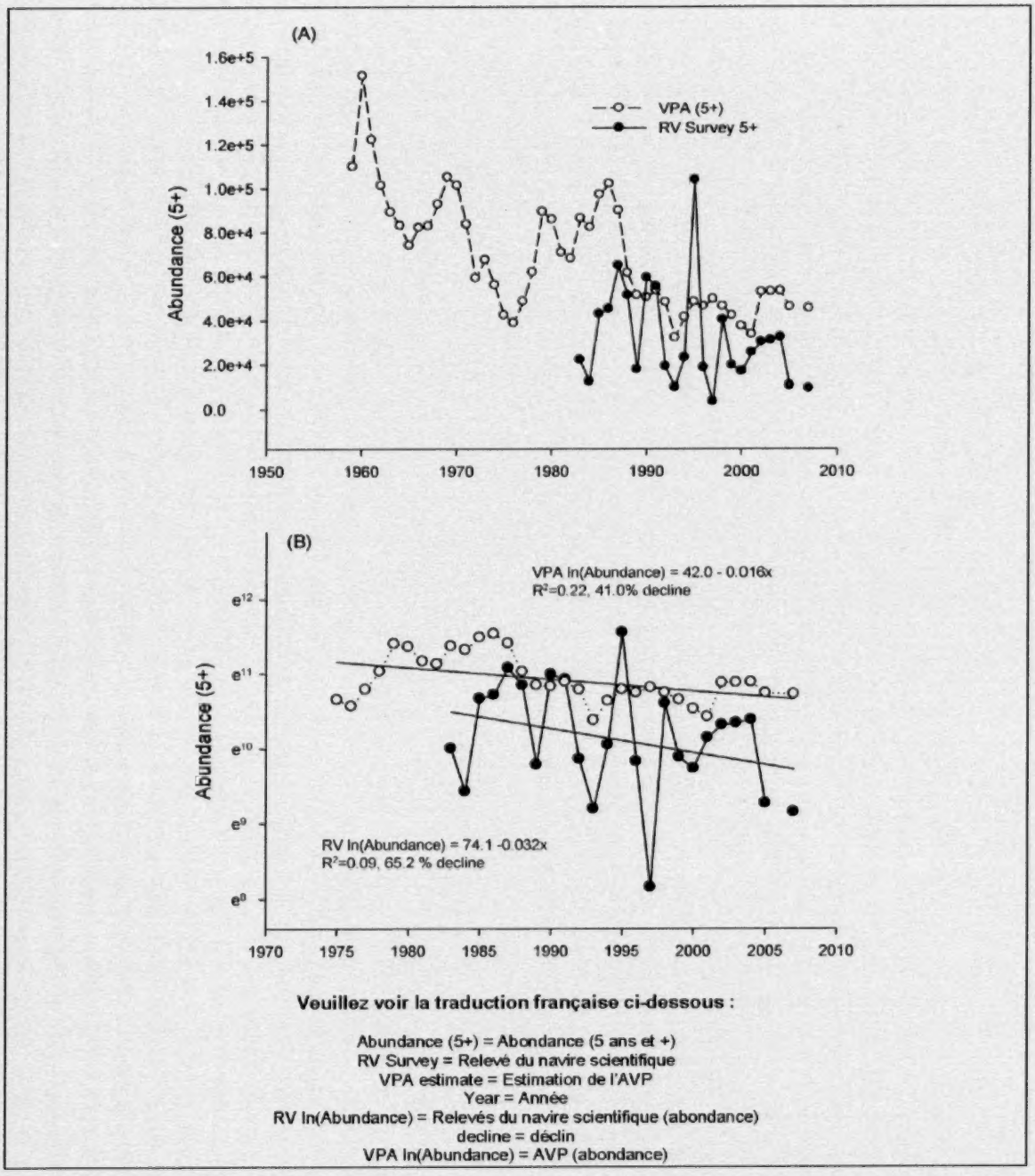


Figure A4. (A) Variation temporelle de l'abondance d'individus matures dans le stock de morue du banc Saint-Pierre (3Ps). (B) Estimation du taux de déclin sur trois générations. Aucune estimation de l'APV n'est disponible depuis 2000 (Worcester *et al.*, 2000). Selon le COSEPAC (2003), les données présentées pour la période de2001 à 2007 représentent une extrapolation fondée sur la relation entre l'abondance basée sur l'APV et l'abondance déterminée par le relevé du navire scientifique pour la période de 1983 à 2000. Cette extrapolation est réalisée uniquement pour calculer le taux de déclin.

Zone d'occupation

Entre 1983 et 2007 (l'intervalle des données signalées), la zone d'occupation a été variable, allant de 30 000 km^2 à environ 50 000 km^2, tandis que l'indice D95 se situait entre 10 000 km^2 et 25 000 km^2.

Menaces pour le rétablissement

Worcester *et al.* (2009) ont estimé la mortalité totale et ont conclu que le taux de mortalité annuel était en moyenne de 30 % durant la période de 1997 à 2007; ils ont aussi conclu que, durant cette période, la mortalité liée à la pêche n'avait pas été excessive. Au cours de la période de 2001 à 2005, le taux d'exploitation estimé d'après les études d'étiquetage semble indiquer que l'exploitation était supérieure dans la baie Placentia, où elle a atteint entre 22 et 31 %, et qu'elle diminuait au large. Ces taux élevés peuvent représenter un grand risque pour la survie des groupes résidents qui ne migrent pas vers le large (Mello et Rose, 2005). Durant la période de 2002 à 2007, la mortalité totale estimée par Sinclair (2001) était de 0,899 (± 0,124 d'écart type) ou de 59 % annuellement (tableau A2).

6. Nord du golfe du Saint-Laurent (3Pn4RS)

Structure des stocks

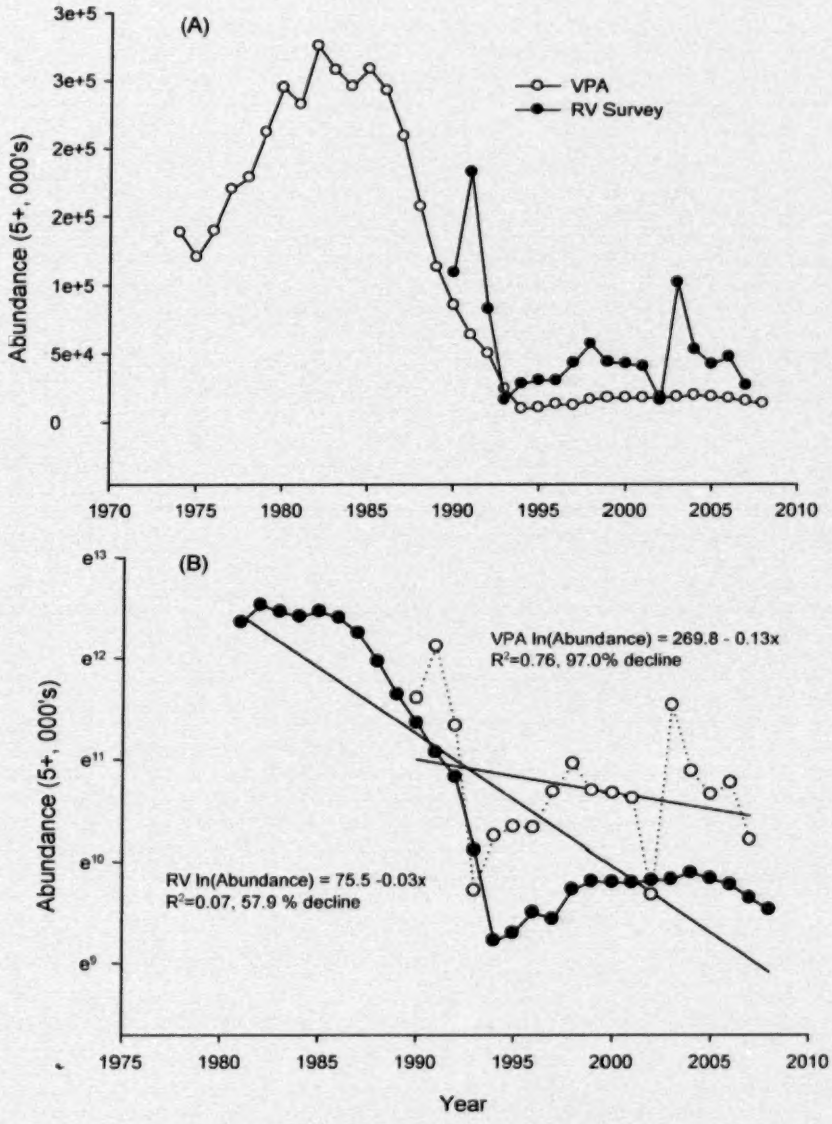
Les morues dans la division 3Pn4RS sont caractérisées par d'importantes migrations dans l'ensemble de la côte sud de Terre-Neuve et dans les sections inférieure et médiane de la Côte-Nord au Québec (Worcester *et al.*, 2009). Les données d'étiquetage indiquent qu'il y a un mélange dans le nord-ouest du golfe du Saint-Laurent, le détroit de Belle Isle et la région du banc Burgeo. Les données d'étiquetage prévoient qu'en hiver jusqu'à 75 % des morues de la région du banc Burgeo de 3Ps pourraient être des morues de 3Pn4RS (Worcester *et al.*, 2009). Dans cette région, Templeman (1962) a identifié des stocks associés au banc Burgeo, à l'ouest de Terre-Neuve et vraisemblablement à la côte nord du golfe du Saint-Laurent, mais il a noté qu'il y avait un chevauchement spatial significatif, particulièrement durant les mois d'hiver. Plusieurs études (Templeman, 1962; Campana *et al.*, 1999) ont aussi déterminé que le chenal Laurentien était une barrière importante (< 5 % de poissons égarés traversant le chenal), mais la nature de cette barrière n'est pas clairement définie.

Cycle vital

Les caractéristiques du cycle vital de la morue de 3Pn4RS ont été variables au cours des dernières décennies. La croissance, l'état, la taille et l'âge à la maturité ont diminué dans les années 1980, mais ces caractéristiques ont connu une hausse depuis le milieu des années 1990, tandis que depuis 2000 elles sont revenues aux niveaux des années 1980. D'après les données sur la maturité selon l'âge pour les années 1970 et 1980, l'âge à 50 % de maturité est d'environ 4 ans pour la morue du nord du golfe. Ainsi, en l'absence de pêche, la durée d'une génération est estimée à 9 ans, soit 27 ans pour la durée de 3 générations.

Tendances de l'abondance

Tant les données du relevé du navire scientifique du MPO que les données sur l'abondance basées sur l'AVP pour la portion mature de la population ont été fournies par A. Fréchet, Pêches et Océans Canada (figure A5a). La première année pour laquelle on dispose de données de relevés scientifiques est 1990. Les estimations de l'abondance obtenues par APV remontent à 1974, et même s'il y avait 2 mesures d'AVP acceptées en 2008, les taux de déclin sont similaires, de sorte qu'une seule valeur est indiquée (valeur M fixée). Seules les estimations de l'APV couvraient la durée de 3 générations, et ces données semblent indiquer un taux de déclin de 97 % (figure A5b, tableau A1). En plus des données du relevé du navire scientifique et des estimations de l'APV, les pêches sentinelles au moyen d'engins fixes fournissent 2 indices de l'abondance. L'indice d'abondance des pêches sentinelles au filet maillant a plus que doublé de 2001 à 2003, atteignant un sommet en 2006. L'indice d'abondance des pêches sentinelles à la palangre a également diminué de 2004 à 2006. Les 2 indices sentinelles ont diminué de 2006 à 2007 (Worcester *et al.*, 2009).



Veuillez voir la traduction française ci-dessous :

Abundance (5+, 000's) = Abondance (5 ans et +, en milliers)
RV Survey = Relevé du navire scientifique
VPA estimate = Estimation de l'AVP
Year = Année
RV ln(Abundance) = Relevés du navire scientifique (abondance)
decline = déclin
VPA ln(Abundance) = AVP (abondance)

Figure A5. (A) Variation temporelle de l'abondance des individus matures dans le stock de morue du nord du golfe du Saint-Laurent (3Pn4RS). (B) Estimation du taux de déclin sur trois générations. Données de Worcester *et al.* (2009) et de Fréchet *et al.* (2007).

Zone d'occupation

Un déclin de la zone d'occupation et de la distribution géographique a été observé de 1990 à 2002 (24 %, Smedbol *et al.*, 2002). Depuis ce temps, la zone d'occupation est passée de 40 000 km^2 à 60 000 km^2 tandis que l'indice D95 est passé de 25 000 km^2 à 40 000 km^2 pour la période de 2002 à 2008. Une grande partie de cette hausse est due à l'étalement dans 4S (Worcester *et al.*, 2009).

Menaces pour le rétablissement

Avant 2002, le taux d'exploitation avait connu une hausse constante jusqu'à un niveau estimé de 30 % en 2001 (Smedbol *et al.*, 2002). Depuis 2002, la mortalité par pêche continue d'être la principale menace pour le stock. On estime que la biomasse du stock reproducteur est bien en deçà du seuil de conservation (Worcester *et al.*, 2009). Les débarquements dépassant 5 500 tonnes enregistrés entre 1999 et 2002 ainsi qu'en 2007 ont entraîné une baisse de 16 % de la biomasse mature tandis que le taux d'exploitation atteignait 29 %. De tels taux d'exploitation ne sont pas cohérents avec une stratégie de rétablissement (Worcester *et al.*, 2009). En plus de la pêche, la prédation par des mammifères marins semble représenter une menace au rétablissement pour la morue du nord du golfe, comme le révèle la déclaration de McLaren *et al.* (2001) pour qui il apparaît indubitable que les phoques sont des prédateurs importants de la morue dans cette région. Durant la période de 2004-2008, la mortalité totale estimée par Sinclair (2001) était de 0,792 (± 0,052 d'écart type) ou de 55 % annuellement (tableau A2).

7. Sud du golfe du Saint-Laurent (4TVn)

Structure des stocks

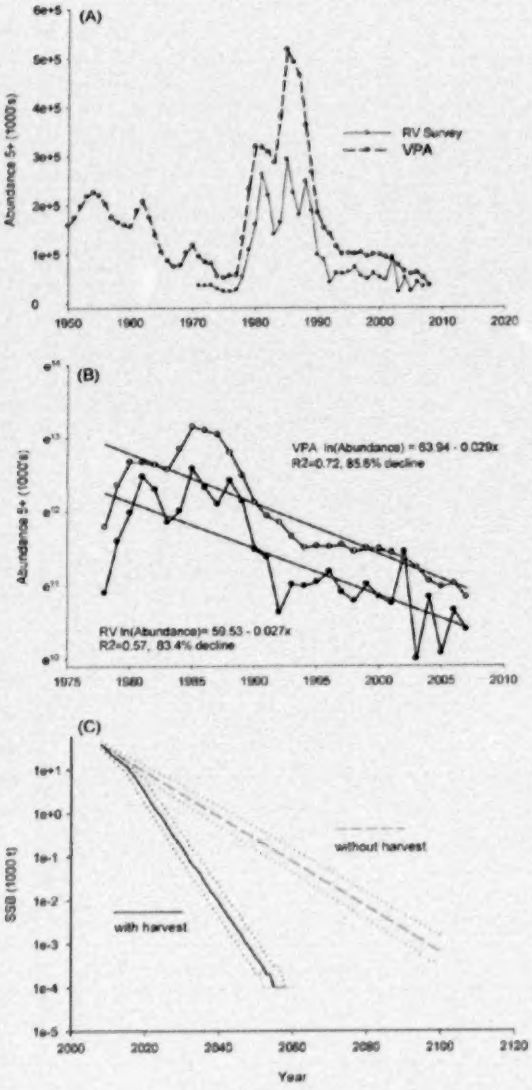
Les morues franches dans le sud du golfe du Saint-Laurent occupent généralement leur aire estivale de reproduction ou d'alimentation dans l'ensemble du plateau madelinien avant de partir hiverner à l'extérieur du golfe, soit le long de la pente Sud du chenal laurentien (4Vn) à des profondeurs de près de 200 m (Campana *et al.*, 1999; Ruzzante *et al.*, 2000). Ainsi, le stock est habituellement identifié comme étant 4TVn (nov.-avr.). Dans le golfe, Templeman (1962) a identifié 5 stocks distincts dans cette région en se basant sur le nombre de vertèbres, le retour des morues étiquetées et la répartition estivale, mais il a noté qu'un mélange significatif avait vraisemblablement lieu au cours de l'hiver. Pour ce qui est du stock du sud du golfe et des stocks environnants, Campana *et al.*, (1999) indiquent qu'en dépit du mélange apparent durant les mois d'hiver dans le détroit de Cabot, les divers stocks qui y hivernent maintiennent une structure spatiale discrète à petite échelle (< 20 km) et, par conséquent, les mélanges réels pourraient être minimes.

Cycle vital

L'âge à la maturité dans ce stock a diminué dans les années 1960 et au début des années 1970, mais il est demeuré relativement constant depuis ce temps (Beacham, 1983; D.P. Swain, analyses inédites). Le faible taux de croissance continu de la morue de 4T a été attribué à une forte sélection défavorable à une croissance rapide, qui a été observée à la fin des années 1980, entraînant des changements évolutifs au sein du stock (Swain *et al.*, 2007). Les données des relevés du navire scientifique (1990 à 1995) ont indiqué que 12 % des morues du sud du golfe étaient matures à 3 ans, 37 % étaient matures à 4 ans, 72 % étaient matures à 5 ans, 91 % étaient matures à 6 ans, 97 % étaient matures à 7 ans et 100 % étaient matures à des âges plus avancés, tandis que l'âge à 50 % de la maturité est d'environ 4,5 ans (Trippel *et al.*, 1997; Doug Swain, MPO, Moncton, comm. pers.). Ainsi, la durée d'une génération est estimée à 9,5 ans, soit 28,5 ans pour la durée de 3 générations.

Tendances de l'abondance

Les données des relevés du navire scientifique et les données de l'AVP sont signalées par Chouinard *et al.* (2008) et elles ont été fournies par D. Swain, Pêche et Océans Canada. Un relevé au chalut de fond est réalisé dans le sud du golfe au cours de chaque mois de septembre depuis 1971 (figure A6a). Le relevé suit une méthodologie aléatoire et stratifiée fondée sur les 24 strates. Il est utile de noter que la durée de l'échantillonnage est passée de 12 à 24 heures en 1985 et que le navire utilisé est passé d'un chalut Yankee 36 à un chalut Western II en 1985; de plus, 4 navires ont été utilisés pour les relevés au cours de cette période. Des expériences de pêches comparatives ont été réalisées pour estimer l'effet de chacun de ces changements sur l'efficacité de la pêche et pour déterminer des facteurs de conversion (Nielsen, 1989; idem, 1994; Swain *et al.* 1995; Benoît, 2006). Les estimations de l'abondance obtenues par APV remontent à 1950 (figure A6a). Le taux de déclin estimatif des morues dans le sud du golfe était de 86 et 85 % au cours des 3 dernières générations respectivement pour le relevé du navire scientifique et les données de l'AVP (figure A6b, tableau A1). Chouinard *et al.* (2008) ont estimé que la biomasse du stock reproducteur (BSR) était de 36 000 t en 2008, ce qui représente la plus faible valeur au cours des 59 années où ces données ont été consignées, et cette valeur est bien en deçà du point de référence limite pour ce stock (80 000 t). Au début de 2009, l'évaluation pour l'année 2009 a estimé que la BSR était seulement à 28 000 t (MPO, 2009d) et la population ne semble plus viable même en l'absence de pêche (Swain et Chouinard, 2008).



Veuillez voir la traduction française ci-dessous :

Abundance (5+, 000's) = Abondance (5 ans et +, en milliers)
RV Survey = Relevé du navire scientifique
VPA estimate = Estimation de l'AVP
Year = Année
RV ln(Abundance) = Relevés du navire scientifique (abondance)
decline = déclin
VPA ln(Abundance) = AVP (abondance)
SSB (1000 T) = BSR (1 000 t)
With harvest = Avec prises
Without harvest = Sans prise

Figure A6. (A) Variation temporelle de l'abondance des individus matures dans le stock de morue du sud du golfe du Saint-Laurent (4TVn). (B) Estimation du taux de déclin sur trois générations. (C) Projections des tendances de population. Voir Chouinard *et al.* (2008) et Worcester *et al.* (2009) pour obtenir plus de détails à propos des données.

Zone d'occupation

La répartition géographique de la morue dans 4T au cours des mois de l'été semble varier en fonction de la densité, s'étendant dans les eaux froides du large quand l'abondance est importante et se contractant dans les eaux moins profondes de la côte quand l'abondance est faible (Swain et Sinclair, 1994; Swain, 1999), ce qui permet d'évaluer l'abondance totale. La zone d'occupation et l'indice D95 sont passés de valeurs intermédiaires au début des années 1970 à des valeurs maximales au milieu des années 1980, puis ces valeurs ont connu une baisse continue tout au long des années 1990 pour atteindre leur plus bas niveau dans la série chronologique de 38 ans. Dans les années 2000, la zone d'occupation moyenne variait de 51 000 km^2 pour les individus âgés de 5 ans à 57 000 km^2.

Menaces pour le rétablissement

Depuis 1999, les taux d'exploitation ont été inférieurs à 10 % (Worcester *et al.*, 2009). En dépit des faibles taux d'exploitation, le facteur le plus important contribuant à la faible productivité actuelle du stock de morue du sud du golfe demeure une valeur *M* élevée (Swain et Chouinard, 2008). Les estimations de la valeur *M* obtenues à partir de la récente AVP (Chouinard *et al.*, 2008) semblent indiquer que la valeur *M* a commencé à augmenter au début des années 1980 pour atteindre la valeur actuelle de près de 0,6. Les causes de cette valeur *M* élevée sont inconnues, bien que la prédation par le phoque gris demeure une hypothèse probable (MPO, 2009e). Il est peu probable que des prises non déclarées soient responsables des estimations élevées de la valeur *M* pour la période ultérieure à 1993, alors qu'il y a eu très peu d'activités de pêche (Chouinard *et al.*, 2005). Les hypothèses proposées pour la valeur *M* élevée de la morue dans ce stock ou dans les autres stocks de morues du nord-ouest de l'Atlantique comprennent le mauvais état des poissons liés aux conditions environnementales (Dutil et Lambert, 2000), l'augmentation du coût de survie pour la reproduction en raison des diminutions de l'âge et de la taille à la maturité induites par la pêche (Hutchings, 2005), ainsi que la prédation accrue par les troupeaux grandissants de phoques gris (Chouinard *et al.*, 2005; MPO, 2009e). Les projections démographiques indiquent que même sans prises en 2008, la BSR diminuera d'au moins 10 %, avec une probabilité de 53 % qu'il y ait un déclin d'au moins 15 % (Chouinard *et al.*, 2008). Les projections stochastiques à long terme (Swain et Chouinard, 2008) au niveau de productivité actuel indiquent que la biomasse du stock reproducteur sera certainement inférieure à 1 000 t d'ici 40 ans en l'absence de pêche et d'ici 20 ans si les prises sont permises au niveau du total autorisé des captures de 2007 et de 2008 (2 000 t) [figure A6c]. Swain et Chouinard (2008) soulignent que puisque la valeur *M* semble être en hausse, il est possible que ces projections soient exagérément optimistes. Durant la période de 2004 à 2008, la mortalité totale estimée par Sinclair (2001) était de 0,722 (± 0114 d'écart type) ou de 51 % annuellement (tableau A2).

8. Détroit de Cabot (division 4Vn de l'OPANO)

Structure des stocks

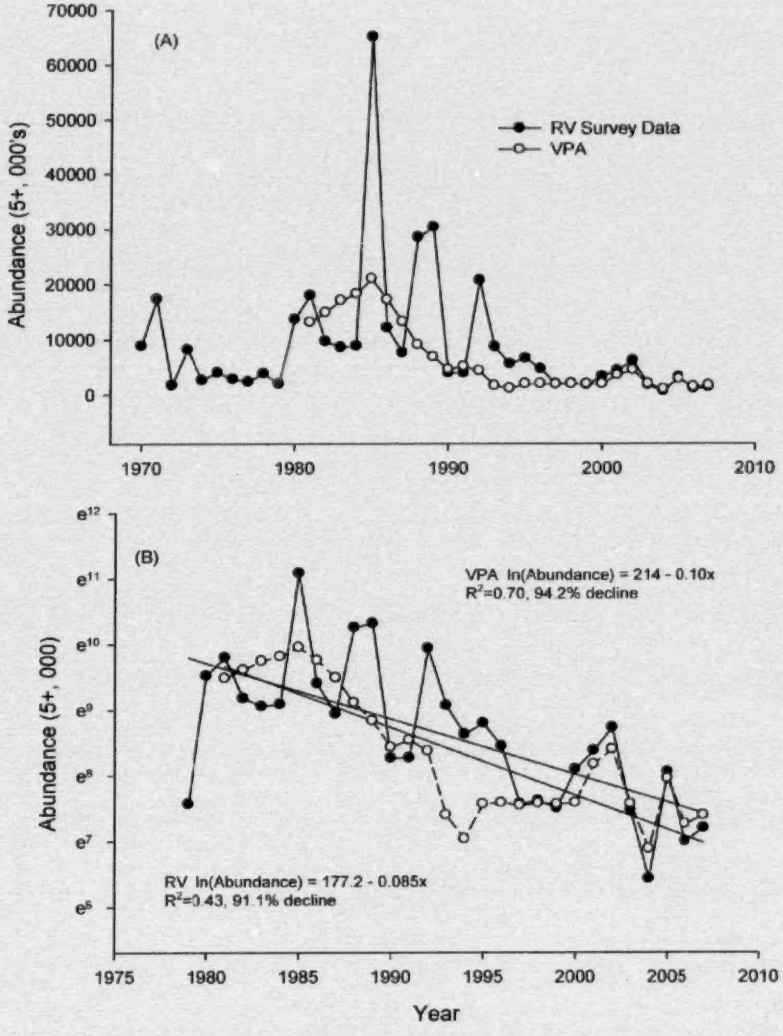
La morue de 4Vn est un poisson résident présent au Sydney Bight, Cap Breton, de l'île Saint-Paul à Fourchu. Puisque la morue du golfe migre dans cette région pour hiverner, le stock est évalué et défini au cours de la période de mai à octobre (c.-à-d., 4Vn [mai-octobre]).

Cycle vital

D'après les données des années 1970 et 1980 pour la morue de 4T, l'âge à 50 % de la maturité est d'environ 4,5 ans pour la morue du sud du détroit de Cabot (Trippel *et al.*, 1997). Ainsi, en l'absence de pêche, la durée d'une génération est estimée à 9,5 ans, soit 28,5 ans pour la durée de 3 générations.

Tendances de l'abondance

Les données disponibles comprennent les données des relevés du navire scientifique pour la période de 1970 à 2007 (Worcester *et al.*, 2009, fournies par M. Fowler, Pêches et Océans Canada), tandis que les estimations de l'abondance obtenues par APV sont celles signalées par Mohn *et al.* (2001) et couvrent la période de 1981 à 2001. Les données des relevés indiquent qu'il y a un déclin important depuis les années 1980, alors que l'année 2004 a été associée à la plus faible valeur jamais enregistrée (Worcester *et al.*, 2009) (figure A7a). Depuis 2001, les données sur l'abondance basées sur l'AVP sont estimées pour permettre le calcul du taux de déclin selon le COSEPAC (2003) à l'aide de la relation entre les données du relevé du navire scientifique et les données de l'AVP pour la période de 1981 à 2001 ($R = 0,73$). Au cours des 3 dernières générations, le taux de déclin de la morue du détroit de Cabot a été estimé à 91 % pour le relevé du navire scientifique et à 94 % pour l'AVP (figure A7b, tableau A1).



Veuillez voir la traduction française ci-dessous :

Abundance (5+, 000's) = Abondance (5 ans et +, en milliers)
RV Survey Data = Données du relevé du navire scientifique
VPA estimate = Estimation de l'AVP
Year = Année
RV ln(Abundance) = Relevés du navire scientifique (abondance)
decline = déclin
VPA ln(Abundance) = AVP (abondance)

Figure A7. (A) Variation temporelle de l'abondance des individus matures dans le stock de morue du détroit de Cabot (4Vn). (B) Estimation du taux de déclin sur trois générations. Aucune estimation de l'APV n'est disponible depuis 2001 (Mohn *et al.*, 2001). Selon le COSEPAC (2003), les données présentées pour la période de 2001 à 2007 représentent une extrapolation fondée sur la relation entre l'abondance basée sur l'APV et l'abondance déterminée par le relevé du navire scientifique pour la période de 1981 à 2000. Cette extrapolation est réalisée uniquement pour calculer le taux de déclin. Voir Worcester *et al.* (2009) pour les données.

Zone d'occupation

Durant la période de 1990 à 2003, la zone d'occupation a diminué graduellement de 10 113 km^2 à 5 073 km^2. Depuis 2003, les valeurs ont légèrement augmenté, atteignant 7 026 km^2 en 2007.

Menaces pour le rétablissement

Depuis 1994, les taux d'exploitation sont demeurés très faibles à environ 2 % (Smedbol *et al.*, 2002). Néanmoins, la mortalité totale continue d'être très élevée, ce qui semble indiquer que la mortalité naturelle est le facteur le plus important menaçant ce stock (Worcester *et al.*, 2009). À l'heure actuelle, la cause de ce taux de mortalité élevé demeure inconnue D. Swain, comm. pers.). Le MPO (2009e) a récemment conclu que ce taux de mortalité élevé était vraisemblablement associé à la prédation par le phoque gris; cependant, l'ampleur de cet effet est toujours incertaine. Durant la période de 2003 à 2007, la mortalité totale estimée par Sinclair (2001) était de 0,791 (± 0,117 d'écart type) ou de 55 % annuellement (tableau A2).

9. Est de la plate-forme néo-écossaise (divisions 4VsW de l'OPANO)

Structure des stocks

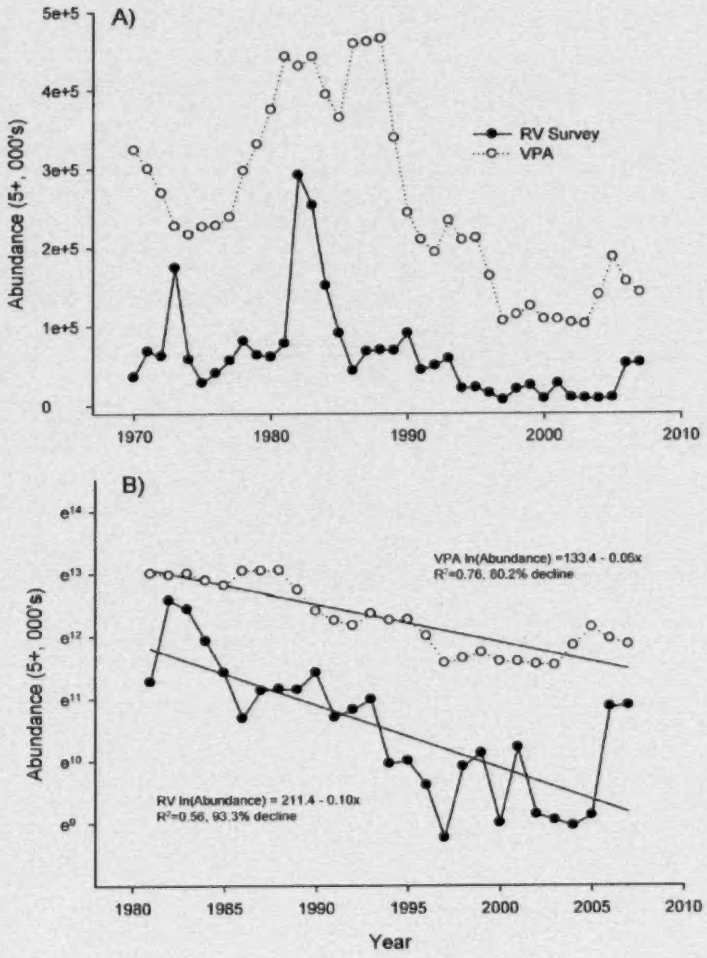
Les morues de 4VsW comprennent un réseau de plusieurs frayères extracôtières et de nombreuses frayères côtières (Frank *et al.*, 1994). Templeman (1962) a déterminé que les bancs Western/Sable, Banquereau et Canso présentaient des stocks locaux, bien que certaines preuves montrent qu'on y trouve des poissons en hivernation provenant de la côte de la Nouvelle-Écosse et du sud du golfe.

Cycle vital

D'après les données des années 1980 et 1990, l'âge à 50 % de la maturité est d'environ 4 ans pour la morue de l'est de la plate-forme néo-écossaise (Trippel *et al.* 1997). Ainsi, en l'absence de pêche, la durée d'une génération est estimée à 9 ans, soit 27 ans pour la durée de 3 générations.

Tendances de l'abondance

Les données des relevés et les données de l'AVP ont été fournies par R. Mohn, de Pêches et Océans Canada. Les données sur l'abondance de la portion mature de la population, telle qu'estimée par l'AVP, et les relevés du navire scientifique couvrent la période de 1970 à 2007 (figure A8a). Les taux de déclin sur 3 générations observés chez les morues de l'est de la plate-forme néo-écossaise se situaient entre 93 % et 80 % respectivement pour les relevés du navire scientifique et les données de l'AVP (figure A8b, tableau A1).



Veuillez voir la traduction française ci-dessous :

Abundance (5+, 000's) = Abondance (5 ans et +, en milliers)
RV Survey = Relevé du navire scientifique
VPA estimate = Estimation de l'AVP
Year = Année
RV ln(Abundance) = Relevés du navire scientifique (abondance)
decline = déclin
VPA ln(Abundance) = AVP (abondance)

Figure A8. (A) Variation temporelle de l'abondance des individus matures dans le stock de morue de l'est de la plate-forme néo-écossaise (4Vsw). (B) Estimation du taux de déclin sur trois générations. Données de R. Mohn (comm. pers.) et de Worcester *et al.* (2009).

Zone d'occupation

Entre 1970 et 2007 (l'intervalle des données signalées), la zone d'occupation a diminué d'environ 78 000 km^2 à environ 50 000 km^2.

Menaces pour le rétablissement

Depuis 1994, les taux d'exploitation sont demeurés très faibles à moins de 2 % (Smedbol *et al.*, 2002). Durant la période de 2004 à 2008, la mortalité totale estimée par Sinclair (2001) était de 0,845 (± 0,151 d'écart type) ou de 57 % annuellement (tableau A2). Le MPO (2009e) a récemment conclu que ce taux de mortalité élevé était vraisemblablement associé dans une certaine mesure à la prédation par le phoque gris; cependant, l'ampleur de cet effet est toujours incertaine.

10. Ouest de la plate-forme néo-écossaise / baie de Fundy (4X/5Y) :

Structure des stocks

La répartition géographique de la morue de 4X est vaste, alors qu'on y observe des comportements de fraye à l'automne et au printemps, et Templeman (1962) a énuméré 7 populations discrètes dans 4X. La fraye automnale a été observée dans les régions du port de Halifax, de la tête Sambro à la baie Saint-Margarets (McKenzie, 1940; Templeman, 1962), alors que la fraye printanière survient principalement dans le banc Browns. De plus, des études d'étiquetage (Halliday, 1971; Hunt *et al.*, 1999) et des différences phénotypiques (Clarke et Perley, 2006) appuient l'existence d'une division entre la morue de la baie de Fundy et la morue habitant à l'ouest de la plate-forme néo-écossaise. Il semble y avoir un certain mélange des morues dans les régions du golfe du Maine, du banc Georges et de la plate-forme néo-écossaise.

Cycle vital

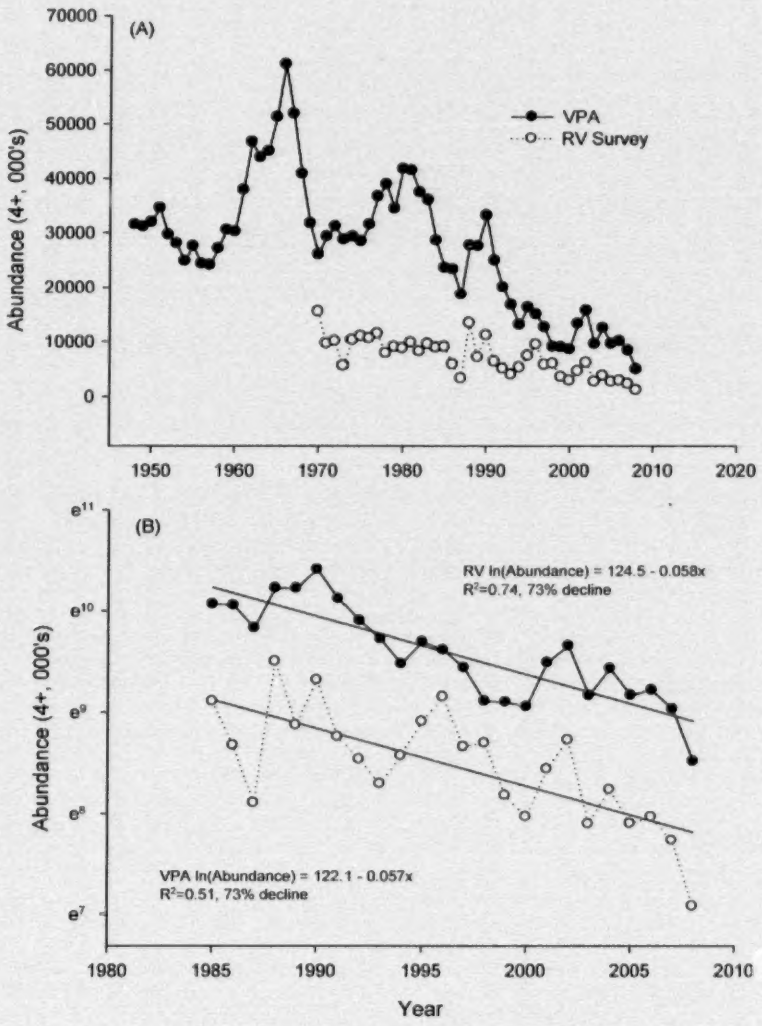
D'après les données des années 1970 et 1980 pour la morue de 4X, l'âge à 50 % de maturité est d'environ 2,5 ans (Trippel *et al.*, 1997). Ainsi, en l'absence de pêche, la durée d'une génération est estimée à 7,5 ans, soit 22,5 ans pour la durée de 3 générations.

Tendances de l'abondance

Les données des relevés et les estimations de l'abondance basées sur l'APV (Clarke *et al.*, 2002) ont été fournies par D. Clark et J. Emberley, Pêches et Océans Canada. La première année pour laquelle on dispose de données de relevés scientifiques est 1970. Au moment de faire les calculs aux fins du présent rapport de situation, les estimations de l'abondance obtenues par APV couvraient la période de 1948 à 2002, et des projections ont été établies à l'aide de la relation pour la période de chevauchement avec les données du relevé du navire scientifique ($R = 0,7$; $p < 0,001$). Les estimations de l'abondance obtenues par les relevés du navire scientifique ont été variables, mais elles ont présenté un déclin au cours des dernières années, et le niveau le plus bas jamais atteint a été mesuré en 2008 (figure A9a, Clark et Emberley, 2008). Le taux de déclin sur 3 générations observé chez les morues de l'ouest de la plate-forme néo-écossaise et de la baie de Fundy est estimé à 72 %, peu importe les données utilisées (figure A9b, tableau A1). L'évaluation de 2009 de ce stock extrapole l'AVP et estime la BSR au début de 2008 à 9 000 t, soit le plus bas niveau de la série chronologique pour ce stock (MPO, 2009f).

Zone d'occupation

Entre 1970 et 2002, la zone d'occupation a diminué légèrement passant d'environ 45 000 km^2 à environ 31 000 km^2; depuis, elle s'est stabilisée et a augmenté légèrement à 36 000 km^2.



Veuillez voir la traduction française ci-dessous :

Abundance (4+, 000's) = Abondance (4 ans et +, en milliers)
RV Survey = Relevé du navire scientifique
VPA estimate = Estimation de l'AVP
Year = Année
RV ln(Abundance) = Relevés du navire scientifique (abondance)
decline = déclin
VPA ln(Abundance) = AVP (abondance)

Figure A9. (A) Variation temporelle de l'abondance d'individus matures dans le stock de morue de l'ouest de la plate-forme néo-écossaise / baie de Fundy (4X). (B) Estimation du taux de déclin sur trois générations. Aucune estimation de l'APV n'est disponible depuis 2002 (Clarke *et al.*, 2002). Selon le COSEPAC (2003), les données présentées pour la période de 2002 à 2008 représentent une extrapolation fondée sur la relation entre l'abondance basée sur l'APV et l'abondance déterminée par le relevé du navire scientifique pour la période de 1985 à 2002. Cette extrapolation est réalisée uniquement pour calculer le taux de déclin.

Menaces pour le rétablissement

La pêche constitue toujours la principale menace pour la morue dans 4X. Bien qu'il n'y ait pas de pêche dirigée pour la morue, des morues sont capturées dans le cadre de la pêche à différentes espèces de poissons de fond. La mortalité par pêche demeure bien en deçà de la cible de 0,20, et le total autorisé des captures est passé de 6 000 t en 2000 à 5 000 t en 2005 (Worcester *et al.*, 2009). Au cours des dernières années, le total autorisé des captures n'a pas été atteint et, en 2007, le MPO estime que 3 790 t de morues ont été prises dans 4X. Les sources possibles de mortalité inconnue comprennent l'influence de la population croissante de phoques gris et d'autres sources de prises accessoires, telles que les prises associées à la pêche commerciale du homard. Depuis le milieu des années 1990, les estimations de la mortalité naturelle sont anormalement élevées. Durant la période de 2004 à 2008, la mortalité totale, estimée par Sinclair (2001), était de 1,42 (±0,273 d'écart type) ou 76 % annuellement, et il s'agissait du niveau de mortalité le plus élevé dans les eaux canadiennes (tableau A2). La mortalité associée à des sources autres que les débarquements déclarés était également élevée (MPO, 2009f) et estimée à 0,70 (46 %).

11. Banc Georges ($5Z_{jm}$)

Structure des stocks

Il n'y a aucune preuve de sous-structure au sein de cette région (Smedbol *et al.*, 2002). Cependant, certaines données d'étiquetage semblent prouver qu'il y a un mélange entre $5Z_{jm}$ et 4X. Hunt *et al.* (1999) et Wise (1963) ont documenté des taux de mélange allant jusqu'à 15 % entre le banc Georges, le banc Browns et la baie de Fundy (4X). De récentes expériences d'étiquetage semblent indiquer que ces taux se situent actuellement entre 5 et 6 %.

Cycle vital

D'après les données des années 1970 et 1980, l'âge à 50 % de la maturité est d'environ 2,5 ans pour la morue du banc Georges (Hunt et Hatt, 2002). Ainsi, en l'absence de pêche, la durée d'une génération est estimée à 7,5 ans, soit 22,5 ans pour la durée de 3 générations.

Tendances de l'abondance

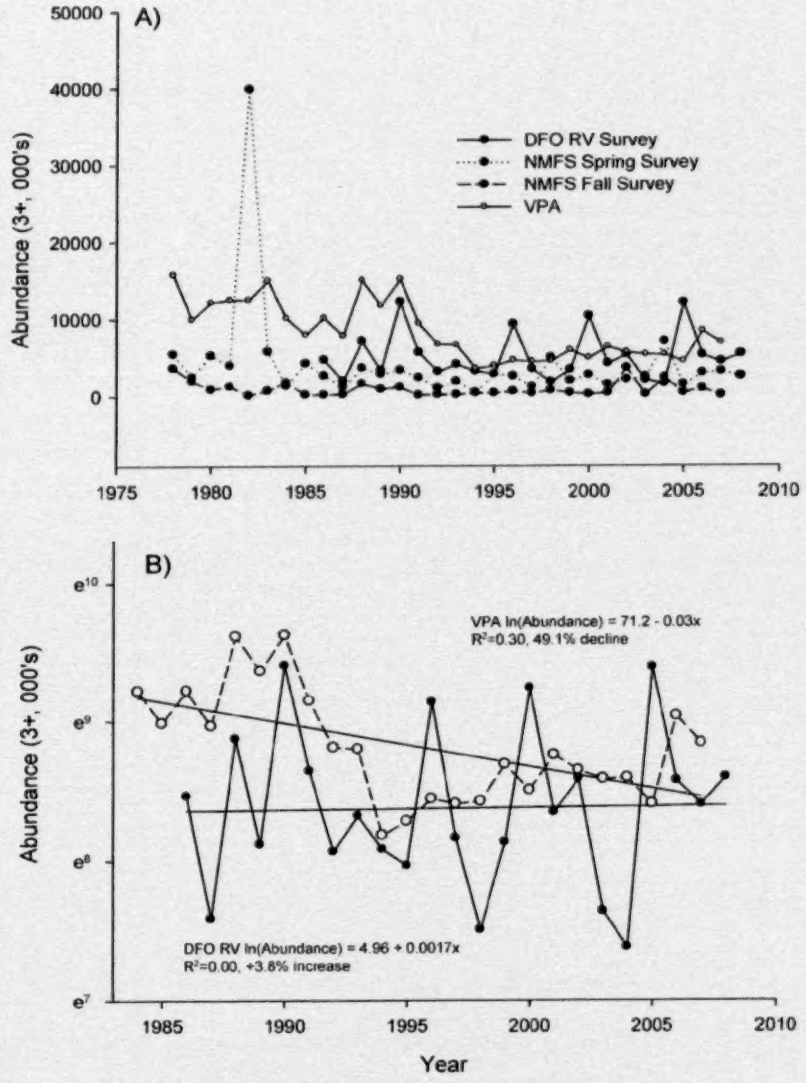
Les données des relevés scientifiques et les estimations de l'abondance basées sur l'APV sont rapportées par Clark *et al.* (2008) et elles ont été fournies par K.J. Clark, Pêche et Océans Canada. Au total, 3 types de relevés du navire scientifique sont utilisés comme indices dans l'évaluation de la morue dans l'est du banc Georges : les relevés du printemps et de l'automne du NMFS et le relevé hivernal du MPO. Le relevé du printemps du NMFS est divisé en 2 indices afin de tenir compte du changement de chalut servant au relevé effectué en 1982. La première année pour laquelle on dispose de données de relevés scientifiques est 1978 (relevé d'automne du National Marine Fisheries Service des États-Unis), puis 1986 pour le relevé de printemps du MPO (figure A10a). Les estimations de l'abondance obtenues par APV remontent à 1978 (figure A10a). Bien que la portion orientale du banc Georges repose dans les eaux canadiennes, les tendances d'abondance représentent les portions canadiennes et américaines du banc Georges. Le taux de déclin estimatif du stock du banc Georges différait considérablement selon les sources de données sur l'abondance. Les taux de changement sur 3 générations allaient de 49 % pour les données de l'AVP à une augmentation de 4 % pour les données du relevé (figure A10b, tableau A1). En général, les données sur l'abondance obtenues par APV révèlent un déclin régulier depuis la fin des années 1970, et les données sur le taux de capture des relevés dont on dispose depuis le milieu des années 1980 sont très variables (figure A10a).

Zone d'occupation

Entre 1987 et 2007 (période couverte par les données), la zone d'occupation n'a pas changé, demeurant à environ 14 000 km^2 (Worcester *et al.*, 2009).

Menaces pour le rétablissement

Entre 1995 et 2004, la mortalité par pêche pour ce stock a varié de 0,19 à 0,50, tandis que depuis 2005 la mortalité par pêche a été inférieure à 0,18, atteignant 0,13 en 2007. La source de cette mortalité est la prise accessoire associée à la pêche de l'aiglefin. On ne sait toujours pas dans quelle mesure la prédation par les mammifères marins a une incidence sur ce stock. Durant la période de 2003 à 2007, la mortalité totale estimée par Sinclair (2001) était de 0,437 (± 0,193 d'écart type) ou de 35 % annuellement (tableau A2).



Veuillez voir la traduction française ci-dessous :

Abundance (3+, 000's) = Abondance (3 ans et +, en milliers)
Abundance mature (log) = Abondance des individus matures (log)
VPA = AVP
NMFS Fall Survey = Relevé d'automne du NMFS
NMFS Spring Survey = Relevé du printemps du NMFS
DFO RV Survey = Relevé du navire scientifique du MPO
Year = Année
RV ln(Abundance) = Relevé du navire scientifique (abondance)
decline = déclin
VPA ln(Abundance) = AVP (abondance)

Figure A10.(A) Variation temporelle de l'abondance des individus matures dans le stock de morue de l'est du banc Georges ($5Z_{jm}$). (B) Estimation du taux de déclin sur 3 générations. Données de Clarke *et al.* (2008) et Worcester *et al.* (2009).